UNIVERSITE PAUL-SABATIER — TOULOUSE

Année 1972

U. E. R. des Sciences Médicales
N° 24

ETUDE SPIROMETRIQUE A BAGNERES DE LUCHON

THÈSE

pour le

DOCTORAT EN MEDECINE

présentée et soutenue publiquement en février 1972

par

Jean-Paul LAGARDE

JURY

M. le Professeur Y. DENARD, Président
M. le Professeur A. DELAUDE
M. le Professeur P. MONTASTRUC } Assesseurs
M. le Professeur R. BOLLINELLI
M. le Docteur R. VOISIN, Suppléant

S. E. I. L. - TOULOUSE
14 rue Ernest-Renan

1972

ETUDES SPIROMETRIQUES
A
BAGNÈRES-DE-LUCHON

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

UNIVERSITE PAUL-SABATIER — TOULOUSE

Année 1972

U. E. R. des Sciences Médicales
N° 24

ETUDE SPIROMETRIQUE A BAGNERES DE LUCHON

THÈSE

pour le

DOCTORAT EN MEDECINE

présentée et soutenue publiquement en février 1972

par

Jean-Paul LAGARDE

JURY

M. le Professeur Y. DENARD, Président
M. le Professeur A. DELAUDE
M. le Professeur P. MONTASTRUC } Assesseurs
M. le Professeur R. BOLLINELLI
M. le Docteur R. VOISIN, Suppléant

S. E. I. L. - TOULOUSE
14, rue Ernest-Renan

1972

FACULTE MIXTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE

TABLEAU DU PERSONNEL

UNITES MEDICALES

Président de l'Université .... M. LARENG
1er Vice-Président ..... M. MATHIS
2e Vice-Président ..... M. MARTIN
3e Vice-Président ..... M. MOUNIQ
Directeur de l'Unité des Sciences Médicales Toulouse-Purpan ..... M. MONNIER
Directeur de l'Unité des Sciences Médicales Toulouse-Rangueil ..... M. ENJALBERT

DOYENS HONORAIRES

MM. LAZORTHES, CALVET, BRUSTIER.

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. VALLOIS, TAPIE, DELAS, RISER, BUGNARD, VINCENT, MOREL, BOUISSET, CALMETTES, THOMAS, LAGROT, DESFORGES, MERIEL, FABRE P., JAHIER.

PROFESSEURS

Clinique médicale et cardiologique	MM. DARDENNE
Clinique médicale Sud	GADRAT
Clinique chirurgicale	FICAT
Clinique chirurgicale A et gynécologie	POULHES
Clinique chirurgicale B et du cancer	GRIMOUD
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	PASQUIE
Clinique chirurgicale orthopédique et traumatologique ..	...
Clinique de chirurgie cardio-vasculaire	ENJALBERT
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	BAZEX
Clinique des maladies des voies urinaires	LHEZ
Clinique des maladies infectieuses	ARMENGAUD M.
Clinique médicale infantile et puériculture	SOREL
Clinique médicale de la première enfance	...
Clinique de neuro-chirurgie ..	LAZORTHES G.
Clinique neurologique et psychiatrique	GERAUD
Clinique obstétricale	PONTONNIER
Clinique odonto - stomatologique	CADENAT
Clinique ophtalmologique	DEODATI
Clinique O.R.L. et chirurgie maxillo-faciale	CALVET
Clinique de pneumo-phtisiologie	DELAUDE
Clinique rhumatologique	RUFFIE René
Accouchement et obstétricie sociale	MONROZIES
Anatomie	BASTIDE
Anatomie pathologique	FABRE Jacques
Anatomie appliquée	...
Anesthésie et Réanimation ..	LARENG Louis
Bactériologie	Mme ENJALBERT
Biophysique médicale A	MM. AUVERGNAT
Biophysique médicale B	BRU
Cardiologie clinique et expérimentale	CALAZEL
Chimie biologique	VALDIGUIE Paul
Electroradiologie	MARQUES
Embryologie générale	BROUSSY Jean
Hématologie	RUFFIE Jacques
Histologie	BIMES
Hydrologie, thérapeutique et climatologie	DENARD
Hygiène et médecine sociale	MONNIER
Immunologie	DUCOS
Médecine légale et médecine du travail	PLANQUES
Pathologie chirurgicale	DAMBRIN
Pathologie générale et médecine expérimentale	BOULARD
Pathologie médicale	RIBAUT
Physiologie	LAPORTE Yves
Physiologie appliquée et pharmacologie	BAISSET
Séméiologie et clinique médicale	LAPORTE Jacqu.
Thérapeutique	DARNAUD

PROFESSEURS A TITRE PERSONNEL

Anatomie pathologique	BOUISSOU
Biochimie médicale	DOUSTE-BLAZY
Chirurgie générale	GEDEON
Histologie et embryologie ..	MM. GUILHEM
Médecine générale	RASCOL
Histologie et embryologie	PLANEL
Oto-rhino-laryngologie	CLAUX
Physiologie	MONTASTRUC
Physiologie	BESSOU
Pneumo-phtisiologie	MIGUERES

PROFESSEURS SANS CHAIRE

Anatomie pathologique	M. FABRE Jean
Bactériologie - Parasitologie - Virologie	Mme LARENG M.-B.
Biochimie médicale	MM. VALDIGUIE Pre
Carcinologie	ESTRADE
Chirurgie générale	SARRAZIN
Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire	ESCHAPASSE
Electroradiologie	ROULLEAU
Médecine générale et thérapeutique	BOLLINELLI
Médecine générale	ARLET Jacques
Pédiatrie	DALOUS
Neurochirurgie	ESPAGNO Jcq.
Psychiatrie	GAYRAL
Médecine générale et thérapeutique	SUC
Pédiatrie	REGNIER
Médecine générale	RIBET

MAITRES DE CONFERENCES AGREGES

Anatomie et organogénèse ..	JUSKIEWENSKI
Anesthésiologie	VIRENQUE C.
Bactériologie-Virologie	Mme DIDIER
Biophysique	M. REGIS
Biophysique	GUIRAUD Robert
Cardiologie	BOUNHOURE
Chirurgie générale	ESCAT Jean
Chirurgie générale	COSTAGLIOLA
Chirurgie Thoracique et Cardio-Vasculaire	PUEL
Dermatologie - Vénéréologie .	DUPRE
Gynécologie et Obstétrique ..	PONTONNIER G
Histologie, Embryologie, Cytogénétique	SOLEILHAVOUP
Immunologie, Hématologie, Maladies du sang	BIERME Robert
Médecine générale et Thérapeutique	BES
Médecine interne	FEDOU Robert
Médecine Interne	LE TALLEC
Médecine légale	GREZES-RUEFF
Médecine du Travail	PUJOL M.
Néphrologie	CONTE Jean
Neurochirurgie	LAZORTHES Y.
Orthopédie - Traumatologie - Chirurgie Plastique	UTHEZA Guy
Parasitologie	LARROUY
Pédiatrie génétique médicale .	ROCHICCIOLI P.
Pneumo-Phtisiologie	ALBAREDE J.-L.
Pneumo-Phtisiologie	JOVER
Physiologie	GERAL J.-Pierre
Physiologie	PAGES Bernard
Radiologie	COMBES Pierre
Rhumatologie	FOURNIE A.
Thérapeutique - Réanimation médicale, Rééducation fonctionnelle et Hydrologie	SALVADOR M.
Urologie	PONTONNIER F.
Ophtalmologie	BEC

AGREGES

Chirurgie générale ..... GAUBERT

AGREGES LIBRES

Chirurgie générale	MM. SOUQUET
Pathologie expérimentale	GLEIZES
Obstétrique	ESPAGNO G.

ADMINISTRATION : Secrétaire Général de l'Université .... M. PRINEAU J.-P.

UNIV. LEIDEN BIBL.

L'Université Paul-Sabatier déclare n'être pas responsable des opinions émises par les candidats
(Délibération en date du 12 mai 1891)

A MON EPOUSE

Sa collaboration me fut précieuse, à chaque pas, pour mener ce travail à son terme. Elle mériterait d'y figurer comme co-auteur.

...ET A MON FILS

Avec toute ma tendresse.

A MES PARENTS

Pour tout ce que vous m'avez donné et que je souhaite redonner à mes enfants ; en signe de reconnaissance et de gratitude.

Avec toute mon affection.

A MON ARRIERE-GRAND-MERE

A MA GRAND-MERE

A MES BEAUX-PARENTS

A MON FRERE, A MA BELLE-SŒUR, A MA NIECE

A MA SŒUR

A TOUTE MA FAMILLE

En signe d'attachement.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR A. GIBERTON

Officier de la Légion d'Honneur
Professeur honoraire de la Faculté de Médecine de Paris

Vous m'avez fait l'honneur de vous intéresser à mon travail et de m'y aider. Veuillez trouver ici l'expression de ma reconnaissance pour l'accueil bienveillant que vous m'avez toujours réservé.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR R. GRANDPIERRE

Officier de la Légion d'Honneur,
Croix du Combattant,
Croix du Combattant volontaire de la résistance,
Officier des Palmes académiques,
Officier de la Santé publique,
Chevalier du Mérite sportif,
Médaille d'honneur de l'Aéronautique,
Médaille d'honneur du Service de Santé Militaire,
Médaille d'honneur du Service de Santé de la Marine,
Professeur de Physiologie.

Vous avez été à l'origine de ce travail et il doit le jour à ceux que vous avez déjà accomplis dans le même sens. Vous en avez suivi le cours me prodiguant conseils et suggestions. Recevez, avec mon profond respect, l'expression de ma sincère gratitude.

A MES JUGES :

MONSIEUR LE PROFESSEUR Y. DENARD

Professeur d'Hydrologie - Thérapeutique et Climatologie,
Médecin des Hôpitaux.

MONSIEUR LE PROFESSEUR A. DELAUDE

Professeur de Clinique de Pneumo-Phtisiologie,
Médecin des Hôpitaux.

MONSIEUR LE PROFESSEUR P. MONTASTRUC

Professeur de Physiologie

MONSIEUR LE PROFESSEUR R. BOLLINELLI

Professeur de Médecine Générale et Thérapeutique,
Médecin des Hôpitaux.

MONSIEUR LE DOCTEUR R. VOISIN

Chargé de cours à l'Université Paul-Sabatier
Membre de la Société Nationale de Gastro-entérologie.

Par l'enseignement que vous m'avez dispensé,

Par les encouragements, l'aide et l'accueil que vous m'avez manifestés,

Par l'exemple que vous m'avez donné,

Vous avez été les artisans de mon travail.

Vous m'avez fait l'honneur d'être mes juges, veuillez accepter mes plus vifs remerciements.

SOMMAIRE

INTRODUCTION

— Les écueils d'un travail de recherche en crénothérapie
— Définition du travail

CHAPITRE PREMIER :

EXPOSE DES TRAVAUX ANTERIEURS

1) - *Expérimentation animale.*
2) - *L'exploration fonctionnelle pulmonaire.*

CHAPITRE II :

LES EAUX ET VAPEURS THERMALES DE LUCHON

1) - *Les caractères physico-chimiques.*
2) - *L'aire d'émergence de Luchon.*
3) - *Les pratiques thermales.*
4) - *Le devenir des eaux sous l'influence des pratiques.*

CHAPITRE III :

EXPOSE DES TRAVAUX PERSONNELS

1) - *Les modalités d'expérimentation.*
A — Sélection des malades
B — Sélection des tests spirométriques
C — L'exploitation statistique des résultats

2) - *Exposé des résultats.*

— Les humages

— Les aérosols simples

— Les aérosols soniques

— Les nébulisations chez les adultes

— Les nébulisations chez les enfants

— Le radiovaporarium sulfuré

— Le vaporarium chez quelques personnes saines

CHAPITRE IV :

DISCUSSION

1) - *Tableau récapitulatif.*

2) - *Comparaison des pratiques entre elles.*

3) - *Réponse à une dernière objection.*

RESUME

APPENDICES

1) - *Calcul d'erreur sur la mesure du volume résiduel.*

2) - *Etude sur les nébulisations au laboratoire de mécanique des fluides de Banlève.*

BIBLIOGRAPHIE

INTRODUCTION

I. — LES ECUEILS D'UN TRAVAIL DE RECHERCHE EN CRENOTHERAPIE

La crénothérapie, comme toutes les thérapeutiques naturelles, acquiert d'emblée la faveur d'un certain public, et la méfiance d'un autre.

Aussi, le désir actuel d'objectiver les vertus thérapeutiques des eaux thermales, non plus seulement par des exemples cliniques, mais par l'expérimentation et les méthodes statistiques, a donné lieu à de nouvelles recherches.

L'on s'accorde généralement pour dire que la cure agit, non pas tant dans l'immédiat, qu'au cours de l'année qui suit.

Il faut peut-être y voir le souci de ne pas mettre en valeur des résultats spectaculaires et éphémères, mais surtout celui d'éliminer des résultats négatifs, imputables à une réaction thermale qui peut se prolonger un mois après la cure.

Ce serait entacher d'incertitude des faits cliniquement évidents à long terme.

Il paraît donc souhaitable d'interroger les malades, et d'effectuer les mesures un an après, sur ceux qui reviennent en cure.

Mais cette population est biaisée.

En effet, différentes raisons vont pousser les malades à ne pas revenir l'année suivante :

— La fin d'une série de trois cures.

— Un changement de station.

— Une amélioration jugée satisfaisante.

— Une absence d'amélioration jugée concluante.

Seule, la Sécurité Sociale possède de moyen de contrôler, par la consommation thérapeutique et médicale, et par l'absentéisme, l'efficacité réelle de la cure.

Des travaux récents, effectués dans ce sens, fournissent des renseignements précieux.

Mais si l'on cherche à pénétrer le mécanisme d'action des cures thermales, il faut pouvoir en dissocier tous les composants :

Ce qui revient :

— au climat ;

— à la pratique elle-même ;

— à l'eau et, éventuellement, à chaque composant ou paramètre, pH, RH2, température, etc.

Il faut également faire éclater cette réponse globale d'amélioration à tous les niveaux, dans l'espace et dans le temps.

— *Dans l'espace,* en étudiant l'action des eaux et des gaz thermaux sur des organes isolés des animaux préparés ou, enfin, en recherchant un paramètre particulier et significatif.

Elargir cette étude à toute une fonction vitale est plus séduisant, mais risque de faire interférer d'autres fonctions.

— *Dans le temps,* par enregistrements successifs au cours de pratiques isolées, prolongées ou répétées, pour en intensifier l'effet.

Tel est le but que nous nous sommes proposé, sur un matériel humain ; et l'on conçoit les restrictions qui s'imposent dès lors, en particulier lorsqu'on choisit des paramètres dont la mesure soit acceptable pour des malades en cures et, néanmoins, aussi objective que possible.

Grâce aux installations des thermes de Luchon, il nous a été possible de réaliser de telles mesures.

C'est déjà sélectionner une réponse que de se limiter à la spirographie, mais c'est une réponse à multiples facettes sur l'ensemble de la fonction respiratoire, et nous verrons comment l'utiliser au mieux dans notre optique.

Il eut été intéressant de coupler à cette étude une analyse des gaz du sang, pour pouvoir juger plus complètement de la physiologie respiratoire et de ses variations, mais il n'était pas possible d'imposer une telle contrainte à des curistes.

Le fractionnement dans le temps nous a été imposé par les circonstances.

On aurait pu imaginer de faire des examens avant et après cure thermale. C'est un travail qui a déjà été effectué à plusieurs reprises, notamment en Italie, par DADDI et par LORENZINI, avec des tests en milieu de cure, ou en cours de cure, à plusieurs reprises.

Ces examens, indispensables pour établir le bien-fondé d'une cure, ne répondent tout de même pas aux critères vus plus haut.

1) La cure est faite d'un ensemble de pratiques thermales ou non (cure déclive, rééducation respiratoire), et il est impossible de savoir ce qui revient à l'une ou à l'autre, ou au climat, sans parler des activités annexes du curiste.

2) Les réactions de cure peuvent venir fausser les résultats. La crise thermale du 9e jour n'est que le paroxisme d'un état qui va croissant les jours précédents, et décroissant les jours suivants, pour disparaître en général en fin de cure.

Tous ces faits sont des schémas généraux, soumis à des variations individuelles importantes, et les malades ne sont pas rares, qui ressentent les bienfaits de la cure pendant l'hiver, sans pouvoir les apprécier en fin de cure.

3) Les conditions atmosphériques ont une grande influence sur les tests spirométriques. Les tests ne sont comparables que si ces conditions sont semblables lors des deux examens.

On peut objecter que, statistiquement, ces influences n'auront pas d'incidence sur la moyenne. En réalité, les arrivées et les départs des curistes à la station sont souvent groupés en début et en fin de mois, et les variations de climat auraient un effet cumulatif.

4) Les conditions psychologiques du malade, son état général, dont l'influence ne peut être niée sur la fonction respiratoire, ne sont pas toujours comparables.

5) Il faut, enfin, veiller à ce que le manipulateur soit le même, et soit également énergique dans le deuxième cas.

Pour toutes ces raisons d'inégale valeur, nous avons renoncé à comparer des tests avant et après cure.

Nous avons cherché à analyser les réactions plus immédiates du malade à l'agent thérapeutique.

On pourrait, dans cette optique, comparer des tests effectués avant et après une matinée de cure.

— Le sujet est alors sensiblement comparable à lui-même.

— Les conditions atmosphériques également.

— Mais le problème de pluralité des pratiques thermales persiste, et d'autant plus délicat que le temps séparant chaque pratique thermale du deuxième examen serait différent pour chaque pratique, et variable d'un curiste à l'autre.

Nous avons donc obtenu des patients que le premier test soit effectué avant toute pratique thermale, et le deuxième test, après une seule pratique.

Enfin, si l'on ne veut pas que les expériences gardent une valeur anecdotique, si l'on veut prouver, et non porter à penser seulement, il faut travailler sur un nombre suffisant de sujets, et exploiter statistiquement les résultats.

A cet effet, nous avons examiné plus de 200 curistes.

Ainsi se résume l'objet du travail : Etudes spirométriques avant et après pratique sulfurée isolée, sur 200 sujets.

Cette manière d'aborder le problème en isolant des pratiques thermales, non sur des animaux, mais sur des curistes, fait l'originalité du travail.

S'il perd en intérêt clinique, son intérêt pharmacologique est évident, et c'est celui que nous avons recherché.

CHAPITRE PREMIER

EXPOSE DES TRAVAUX ANTERIEURS

Les médecins thermalistes ont, depuis longtemps, constaté sur leurs patients l'amélioration qu'apportaient les cures sulfurées à la fonction respiratoire.

L'action eupneisante immédiate d'une seule pratique thermale n'avait pas échappé à leur attention, ainsi que le rapporte le Docteur DE GORSSE en 1911 (39).

Pour objectiver cette action, c'est l'expérimentation animale qui a fait l'objet des travaux les plus anciens et les plus nombreux. Nous en retiendrons quelques-uns.

L'exploration fonctionnelle pulmonaire en milieu thermal a suscité également des travaux importants que nous envisagerons ensuite.

I. — L'EXPERIMENTATION ANIMALE

L'expérience remonte à 1929 et est due aux professeurs VILLARET et JUSTIN-BESANÇON. Ils étudient les réactions d'une bandelette de muscle bronchique de porc sous l'influence de différentes eaux, parmi lesquelles deux eaux sulfurées : l'eau de Saint-Honoré, légèrement arsenicale, et l'eau de Challes, fortement sulfurée, sodique, froide.

Les eaux de Saint-Honoré provoquent :

1) Une contraction légère du muscle au repos.

2) Un relâchement net du muscle contracturé par l'acétylcholine.

Les eaux de Challes provoquent :

1) Un relâchement net de la bronche au repos.

2) Elles sont presque sans effet sur le muscle contracturé.

Ces expériences gardent aujourd'hui toute leur valeur. Il était pourtant nécessaire d'étudier les réactions du muscle bronchique, ayant conservé toutes ses connexions neuro-humorales avec l'organisme, et c'est l'objet des travaux sur l'animal entier. Tous s'appuient sur les observations de BENDA et URQUIA relatives au bronchospasme histaminique du cobaye.

COTLENTO et RAMANAMANJARY (30) étudient l'action de la cure sulfurée d'Enghien sur le bronchospasme histaminique du cobaye. Ils montrent clairement que l'inhalation de nébulisats d'eau d'Enghien pendant 21 jours retarde l'apparition de ce bronchospasme et ce, jusqu'à trois semaines au moins après la fin de la cure.

Ensuite, les professeurs CORNET et JUSTIN-BESANÇON (29) à Cauterets, sur le même principe, utilisent l'eau de la Raillère en aérolisats en injections sous-cutanées, et en ingestion, pendant 10 jours.

Ces trois modes d'administration protègent le cobaye du bronchospasme histaminique, mais la boisson est la moins efficace.

Enfin, GRANDPIERRE, PIERRAGI et ROBERT (60), au laboratoire de physiologie de Luchon, emploient l'eau des sources Richard et Azenar en aérosols et aérosols soniques pendant 21 jours. Sous ces deux formes, l'eau des griffons Richard Azenar protège efficacement le cobaye, multipliant par plus de trois son temps de résistance à l'aérosol histaminique.

C'est avec intérêt que l'on constate les résultats obtenus par GRANDPIERRE, FALTOT, MONKAN et BIENVENUE (58), qui étudient l'action aiguë d'un aérosol d'eau sulfurée (source grotte), c'est-à-dire d'un seul aérosol. Pour cela, ils utilisent l'appareillage de KONZETT et ROSSLER, et montrent que la même quantité d'acétylcholine ou d'histamine, introduite par aérosol, provoque un bronchospasme plus important avant un aérosol d'eau sulfurée, qu'après cette seule pratique durant 20 minutes.

II. — L'EXPLORATION FONCTIONNELLE PULMONAIRE

Grâce au spirographe de Goiffon, DU PASQUIER (39) étudie, à Saint-Honoré-les-Bains, en 1933, les modifications des volumes pulmonaires sous l'influence de la cure. Il utilise deux paramètres : la capacité vitale et la capacité réflexe ; cette dernière est obtenue en faisant respirer le sujet en atmosphère confinée. Au début, les oscillations du stylet enregistreur représentent le volume courant, puis le manque d'oxygène et l'excès de gaz carbonique amplifient les mouvements respiratoires jusqu'à un maximum que le patient ne peut supporter.

L'amplitude maximum correspond à la capacité réflexe. Ce dernier paramètre, quelque peu barbare, n'a plus sa raison d'être dans la spirométrie actuelle. Sur 36 malades examinés, 30 ont accru leur capacité vitale à la fin de la cure.

Sans pouvoir parler de véritable statistique, il semble que l'augmentation moyenne de la capacité vitale en fin de cure soit voisine de 500 cm^3, et que l'augmentation après un seul humage soit proche de 200 cm^3.

Plus tard, H.R. OLIVIER et ses collaborateurs (12 — 82 à 85) réalisent un immense travail à La Bourboule. Cette eau chlorobicarbonatée sodique s'est orientée depuis longtemps vers le traitement de l'asthme, surtout chez les enfants. Aussi, les résultats ne sont-ils pas comparables à ceux que l'on peut obtenir dans une station sulfurée sodique.

Il nous paraît cependant intéressant de résumer les résultats obtenus par ces auteurs.

Etudiant de manière approfondie les courbes d'expérimentation forcée, ils individualisent un premier segment rectiligne dont la pente correspond à la vitesse maximale expiratoire, ou V M E, le volume correspondant est dit : volume maximum utilisable, ou V M U.

Ce premier fragment s'isole d'autant mieux du reste de la courbe que le sujet est insuffisant respiratoire.

Le deuxième fragment, curviligne, est assimilé à une exponentielle et permet de calculer la période expiratoire.

Des années de travaux ont montré ce qui suit :

1) La capacité vitale, la vitesse maximale expiratoire, le volume maximum utilisable, sont augmentés après une seule pratique thermale, augmentation sensiblement la même, quelle que soit cette pratique.

— aérosols ordinaires,

— électro-aérosols,

— inhalation d'eau brumifiée.

Les exemples de chiffres stationnaires sont exceptionnels, et les auteurs rapportent quelques augmentations supérieures à 100 %.

2) La période expiratoire diminue, bien que ce résultat soit plus difficile à mettre en évidence.

3) Les aérosols d'eau thermale sont à même, dans certains cas, d'enrayer une crise ou un état de mal asthmatique.

4) Ils préviennent ou diminuent le bronchospasme acétylcholinique (acétylcholine à 1 %) chez les asthmatiques.

5) Par contre, les résultats sont beaucoup moins spectaculaires en fin de cure, et les diminutions sont loin d'être exceptionnelles, certaines en raison d'une réaction de cure tardive fréquemment observée par les auteurs.

Nous citerons enfin quelques travaux sur les eaux sulfurées italiennes. Daddi (31) étudie le comportement de 47 bronchiteux chroniques répartis en trois groupes, selon la gravité et le type d'affection.

Premier groupe : 22 sujets.

Bronchite révélée par l'anamnèse et la radiographie. Sans autre symptôme objectif ou subjectif que la toux et l'expectoration.

Deuxième groupe : 14 sujets.

Bronchite avec présence évidente d'une composante spasmodique.

Troisième groupe : 11 sujets.

Mêmes manifestations accompagnées d'une dyspnée permanente.

Ces 47 personnes ont été soumises à un traitement sulfuré de 10 jours comptant 2 aérosols par jour de 20 mn chacun, débitant 0,4 cm^3/mn.

Des examens spirométriques furent pratiqués tous les deux jours jusqu'au quatrième jour après la fin de la cure, montrant une amélioration progressive des tracés.

RESULTATS

Premier groupe :

— la capacité pulmonaire totale reste inchangée, mais le rapport Volume résiduel/Capacité vitale se normalise par diminution du V R et augmentation de la C V.

— l'accroissement des volumes dynamiques (V E M S et V M M) suit celui de la capacité vitale sans faire varier notablement le rapport de Tiffeneau.

Deuxième groupe :

— Mêmes modifications, moins prononcées.

Troisième groupe :

— Mêmes modifications, plus modestes encore.

En résumé, Daddi conclut à l'existence d'un emphysème de base lié à des altérations irréversibles, auquel s'ajoute un emphysème supplémentaire, lié à des phénomènes inflammatoires ou contingents, et accessible à la thérapeutique sulfurée avant de devenir irréversible.

Les travaux de Lorenzini (75) portent sur 408 patients de Salsomaggiore, dont les eaux sont sulfurées, chlorurées, sodiques et iodées.

La cure de trois semaines comprend : aérosols, nébulisations en salle, humages, balnéothérapie, gymnastique respiratoire, et même séances de respiration assistée.

L'auteur distingue 4 groupes de malades, suivant l'état de leur fonction respiratoire.

Premier groupe : 80 à 100 % de la normale.

Deuxième groupe : 60 à 80 % de la normale.

Troisième groupe : 40 à 60 % de la normale.

Quatrième groupe : inférieur à 40 %.

Dans les groupes 2 et 3, il distingue trois sous-groupes.

— Les insuffisances de type obstructif sans signe de bronchospasme.

— Les insuffisances de type obstructif avec signes de bronchospasme.

— Les insuffisances de type restrictif.

Sans examiner en détail les résultats, retenons :

1) Une augmentation parallèle et significative des volumes statiques et dynamiques, le rapport de Tiffeneau est augmenté de manière non significative.

2) Une diminution du volume résiduel quand ce volume est trop important.

Nous avons envisagé notre travail dans une optique différente, il ne s'agissait pas pour nous de démontrer les bienfaits d'une cure, mais de prouver l'efficacité des pratiques thermales, ce qui nous a conduit à les isoler, et à étudier les effets d'une seule de ces pratiques à la fois.

CHAPITRE II

LES EAUX ET LES VAPEURS THERMALES DE LUCHON

Nous envisagerons successivement :

— les caractères physico-chimiques,
— l'aire d'émergence de Luchon,
— les pratiques thermales,
— le devenir de l'eau sous l'influence des pratiques.

I. — LES CARACTERES PHYSICO-CHIMIQUES

La station de Luchon s'enorgueillit de 123 griffons drainés par 980 m de galeries de captage dont l'histoire seule a fait l'objet de plusieurs travaux (52) (45).

Ces conditions exceptionnelles permettent l'utilisation de 450 m^3 d'eau thermale par jour, et surtout une extrême diversité, une grande gamme de nuances, dans la prescription thermale.

Il faut y ajouter 500 m^3 d'eau hypothermale et faiblement sulfurée (18°) issue des griffons François, dans le groupe Nord des captages, et destinée à tempérer les pratiques d'hydrothérapie générale.

La température des griffons varie de 30° à 68°.

La sulfuration, mesurée en indice iodométrique, nulle à certains griffons, peut atteindre 23°, sulfuration en réalité complexe faite de :

- sulfhydrates,
- d'hydrogène sulfuré,
- de soufre colloïdal naissant,
- d'hyposulfites.

La radioactivité, nulle à certains griffons, peut atteindre près de 50 nCi/l.

Le pH, toujours alcalin, oscille entre 7,1 et 9,2.

La minéralisation est faible, voisine de 300 mg/l, le sodium y est majoritaire et la silice s'y trouve en quantité notable. Mais on aurait tort de négliger une minéralisation mineure variée faite de potassium, fer, aluminium, manganèse, cuivre, lithium, gallium, phosphore, titane, plomb, antimoine, iode, brôme.

Tous ces paramètres et leurs variations ne sont pas indépendants, et on a pu établir les lois suivantes :

1) La radioactivité varie en sens inverse de la sulfuration et de la thermalité qui vont de pair (72).

2) L'apport total soufré à la station est régulier, la sulfuration diminuant en cas d'augmentation du débit.

3) La radioactivité augmente avec le débit, subissant le régime des pluies, et entraînant des variations importantes dans le régime radioactif [Oustrin (86)].

On admet généralement que la sulfuration faite au départ de composés sulfurés (S^{--}, SH^{-}, SH_2) est due à l'émergence d'eaux profondes hyperthermales.

Arrivant près de la surface, ces eaux vont se mélanger plus ou moins à des eaux vadoses, perdre ainsi de leur sulfuration et de leur thermalité, commencer à s'oxyder, donnant naissance à des thiosulfates et à du soufre colloïdal. Mais ces eaux vadoses ont pu cheminer dans des terres radifères et conférer alors au griffon des propriétés radioactives. Cet apport superficiel est loin d'être nuisible.

De nombreux travaux ont été réalisés à ce sujet, et pourtant, l'analyse des eaux sulfurées depuis FILHOL (44) n'a cessé de soulever des problèmes.

Le degré sulfhydrométrique en particulier mérite d'être interprété. En effet, les réactions de l'iode sur les composés soufrés ne sont pas toutes identiques. Selon TOUPLAIN (110), les réactions sont les suivantes :

Pour l'acide sulfhydrique :

$$H_2S + 2\ I \qquad 2\ HI + S$$

Pour les sulfites :

$$So_3R_2 + H_2O + 2\ I \qquad 2\ HI + So_4R_2$$
$$I = 127 \qquad S = 32$$

Dans les deux cas, 127 g d'iode correspondent à 16 g de Soufre ; 12,7 mg d'iode, soit 1 cc de liqueur décinormale, correspondent à 1,6 mg de Soufre.

Pour les hyposulfites :

$$S_2O_3R_2 + I \qquad RI + 1/2\ S_4O_6R_2$$

127 g d'iode correspondent à 64 g de Soufre ; 12,7 mg d'iode correspondent à 6,4 mg de Soufre.

On ne peut donc connaître la teneur en soufre d'une eau thermale que si l'on dose séparément les hyposulfites.

Cette teneur en hyposulfites est d'ailleurs intéressante en elle-même, car elle est une indication sur l'oxydation déjà subie par l'eau, et sur l'importance des infiltrations.

II. — L'AIRE D'EMERGENCE DE LUCHON

C'est à la suite des travaux de CAUJOLLE (20, 21, 22, 23) qu'a été entrepris, ces dernières années, un réaménagement des captages.

On distingue, dans l'aire d'émergence de Luchon :

1) Les griffons du groupe Nord, le plus anciennement connu. Leur sulfuration, leur thermalité, leur pH élevé, les destinent aux pratiques ORL nobles. On peut scinder ce groupe Nord en deux sous-groupes :

— Un ensemble supérieur naissant dans la « galerie d'allongement », et comprenant, du Nord au Sud, les griffons :

- Richard Azemar, destiné aux humages et aux aérosols ;
- Reine Bayen, destiné aux humages, aux pulvérisations et aux caisses ;
- Grotte, destiné aux humages,

qui se poursuit par le groupe Enceinte comprenant les griffons :

- Blanche Enceinte, destiné aux humages et à la buvette ;
- Ferras, griffons beaucoup moins sulfurés et destinés à la buvette.

— Un groupe inférieur naissant dans la galerie de distribution comptant, du Nord au Sud :

- Richard inférieur ;
- Burgalat 1 et 2, destinés à la piscine ;
- Grotte inférieure, destiné à la piscine mais aussi à la buvette ;
- Romains 1 et 2, destinés à la buvette ;
- Etigny.

Le surplus de toutes ces eaux est stocké dans des réservoirs destinés aux bains et aux douches.

2) Un groupe central, dont l'individualité est discutable puisqu'on y trouve des griffons sulfurés de la plus belle veine, des eaux tièdes variables dans leur composition, et des eaux hypothermales radioactives.

Elles sont regroupées en trois mélanges :

A) Le mélange des eaux tièdes, destiné aux bains et aux douches, regroupe les sources suivantes plus ou moins sulfurées et radioactives :

- La source La Chapelle ;
- Les griffons Bosquet 3 à 7 ;
- Les griffons Sangez 1, 2, 3, 5, 6, 7 et 8 ;
- Tiède du Sud ;
- Bosquet 8.

Le griffon Lepape 2, qui naît dans la galerie François, est rattaché aux eaux radioactives.

B) Le mélange des eaux très radioactives regroupe les griffons Moureu et Lepape dont la sulfuration est négligeable.

Leur usage est double : interne, en boisson ;
externe, pour les bains radioactifs.

Tous les autres griffons du groupe central sont drainés par le mélange Bordeu.

3) Le groupe Sud présente un intérêt tout particulier puisqu'on y trouve le radiovaporarium sulfuré. Cela indique suffisamment que les eaux y seront à la fois sulfurées et radioactives, mais plus riches et plus chaudes que celles du groupe central, malgré une radioactivité non négligeable.

Elles sont regroupées en deux mélanges :

4) Le mélange Bordeu, destiné aux humages, comprenant les griffons :

- Bardet 2, 3, 4 ;
- Saule 1 ;
- Bordeu 1 à 18 ;
- Bosquet 1 et 2 ;
- Sangez 4.

B) Le mélange Saule, destiné également aux humages, et regroupant les griffons les plus méridionaux :

- Bardet 5 et 6 ;
- Moissan 1 et 2 ;
- Molinery 1 à 5 ;
- Saule 2 à 4.

— Les griffons des Prés sont parmi les plus remarquables de Luchon et font l'objet de captages séparés. Leur richesse avait déjà été signalée par FILHOL (44) et par WILM, et a été confirmée par CAUJOLLE ; de plus, leur sulfuration élevée ne les empêche pas de receler une radioactivité voisine de 10 nCi/l (Lepape). Ils sont destinés aux boissons, aux nébulisations, et la source Pré 2 est embouteillée.

L'excédent de toutes ces eaux est utilisé pour les bains, les douches, ou les piscines de rééducation.

III. — LES PRATIQUES THERMALES

Il n'est pas exclu que les boissons, les pipettes nasales, les gargarismes, les insufflations tubaires, les douches ou les pulvérisations pharyngiennes aient une influence sur la fonction respiratoire, par elles-mêmes, ou en préparant le terrain aux autres pratiques, mais nous avons limité notre étude aux techniques ORL susceptibles d'agir directement sur l'ensemble de la muqueuse respiratoire, de manière prolongée, c'est-à-dire :

— les humages,

— les aérosols,

— les nébulisations.

Nous y avons ajouté le Radiovaporarium sulfuré, qui, sans être une pratique spécifiquement ORL ou pulmonaire, touche la totalité de la muqueuse respiratoire, et permet, plus que tout autre, une bonne thérapeutique radioactive.

L'exposé qui suit ne serait pas nécessaire si une nomenclature était universellement adoptée, qui appelle les pratiques semblables par le même vocable, et inversement.

a) *Le humage* (5)

Le humage consiste à inspirer, par le nez ou la bouche, les vapeurs qui se dégagent d'une eau thermale. Les postes d'utilisation sont donc placés le plus près possible des griffons.

Pour tous les appareils utilisés, le principe est le même, créer la plus grande surface de contact entre l'eau et l'air. On obtient ce résultat par ruissellement simple, ou mieux, en laissant tomber l'eau thermale d'une certaine hauteur.

C'est ce dernier principe qui est utilisé à Luchon grâce à l'appareil de Blanc-Pradère.

Les vapeurs son recueillies et drainées par tirage naturel jusqu'à des postes individuels.

Alimenté par des griffons de sulfuration et de température différentes, le humage peut être dosé à volonté pour chaque malade, et pour chaque moment de la cure. La séance journalière est de 10 à 20 minutes. Il n'y a de pratique collective à Luchon que le radiovaporarium sulfuré.

b) *Les aérosols*

Ici, peu de problème de nomenclature. C'est une suspension dans un gaz de particules liquides, si divisées, qu'elles n'ont pas tendance à sédimenter. Il faut pour cela une température qui ne dépasse pas 39°, et des particules voisines du micron.

On les obtient par projection d'un jet d'air comprimé au-dessus d'une buse plongeant dans l'eau thermale. Les particules ainsi engendrées sont de taille très variable, mais un système de chicanes empêche les plus lourdes de suivre les mouvements de l'air, et les fait se déposer sur les parois.

Les particules ainsi obtenues vont de 0,1 à 10 microns. Plus les particules sont fines, plus elles pénètrent profondément dans l'arbre bronchique, pour atteindre les muqueuses les plus distales. Les plus fines ne se déposent même pas sur les muqueuses, et repartent avec l'air expiré. On considère :

— qu'au-dessous de 0,5 microns les particules se fixent mal ;

— qu'au-delà de 5 microns, la pénétration est faible.

Dans une station comme Luchon, où prédominent actuellement les indications ORL, il faut faire pénétrer si possible cet aérosol dans les sinus, et toucher tous les replis de la muqueuse respiratoire haute, tel est l'objet des *aérosols soniques.*

Grâce à l'appareil de Flottes et Riu, des vibrations de 100 hertz, d'intensité réglable, sont appliquées à l'aérosol peu avant la bouche d'utilisation. Les travaux de ces deux auteurs démontrent l'extrême efficacité de ce procédé.

Dans certaines régions, en lieu et place de l'air, on utilise parfois comme véhicule des gaz thermaux comprimés : c'est le brumo ou vapo sulfogène. Parfois, c'est de la vapeur d'eau ordinaire, et l'on parle de pulvérisation (Challes, Marlioz).

c) *Les nébulisations*

Un jet d'eau vertical ascensionnel, sous 1,5 kg/cm^3 de pression, vient se briser sur la paroi d'un réceptacle incliné à 45° environ.

Les particules les plus grosses viennent percuter la muqueuse nasale ou pharyngée.

Les particules les plus fines sont inhalées comme un aérosol.

Les vapeurs sulfurées ainsi libérées sont humées.

L'intérêt de cette pratique est d'utiliser au maximum toutes les vertus de l'eau thermale.

Le terme de humage-nébulisation indiquerait mieux dans ce cas la nature de la pratique.

d) *Le radiovaporarium sulfuré*

Creusé au pied de la montagne de Superbagnères, dans un massif de pegmatite radifère, le Vaporarium se présente comme un ensemble de six galeries communiquant entre elles, et formant un réseau de près de 200 m.

Le creusement de ces galeries a mis à jour des sources sulfurées radioactives, meso ou hyperthermales, qui sont captées en vue d'autres usages.

C'est le suintement des parois qui entretient une atmosphère hyperthermale stable, sursaturée en vapeur d'eau radioactive et sulfurée.

Les températures s'échelonnent de 32° à l'entrée du vaporarium jusqu'à 47° dans la salle Bardet. Elles ne subissent pas de fluctuations nycthémérales et, pour un même endroit, ne sont fonction que de la distance au sol.

Due au radon et à ses descendants, la radioactivité évolue entre 0,35 et 0,10 millimicro Curie, et semble s'établir en sens inverse de la température.

Outre le radon, on note la présence d'autres gaz rares, surtout l'hélium, mais aussi le néon, l'argon, le krypton, le xénon. Chaque galerie conserve ses constantes propres, et l'ensemble permet d'individualiser la thérapeutique radiosulfurée à chaque patient.

IV. — DEVENIR DES EAUX SOUS L'INFLUENCE DES PRATIQUES

a) LES DIFFÉRENTS COMPOSÉS SOUFRÉS

I. - *Les composés sulfurés*

L'hydrogène sulfuré H_2S est un gaz soluble dans l'eau. Il s'y comporte comme un acide faible pouvant subir deux dissociations. Il est donc chef de file de deux séries de sels.

— La première dissociation obéit à la loi d'action de masse et peut s'écrire :

$$\frac{(SH^-) \quad (H^+)}{SH_2} = pK_1$$

où pK_1 est une constante de dissociation fonction de la température et voisine de 10^{-7}.

Elle est à l'origine des sulfhydrates ou hydrogéno-sulfures de la forme SH^-R^+.

Au pH voisinant 7, il y a autant d'ions SH^- que de molécules de SH_2.

— La deuxième dissociation obéit également à la loi d'action de masse, et peut s'écrire :

$$\frac{(S^{--}) \quad (H^+)}{SH^-} = pK_2$$

où pK_2 est une constante de dissociation voisine de 10^{-13}.
Elle est à l'origine des sulfures, et c'est au pH voisin de 13 que les ions S^{--} sont alors aussi nombreux que les ions SH^-.

Il est facile, connaissant le pH, de calculer la quantité respective de chacun des éléments, et de constater que, pour les eaux de Luchon, dont le pH est voisin de 8,5 - 9 :

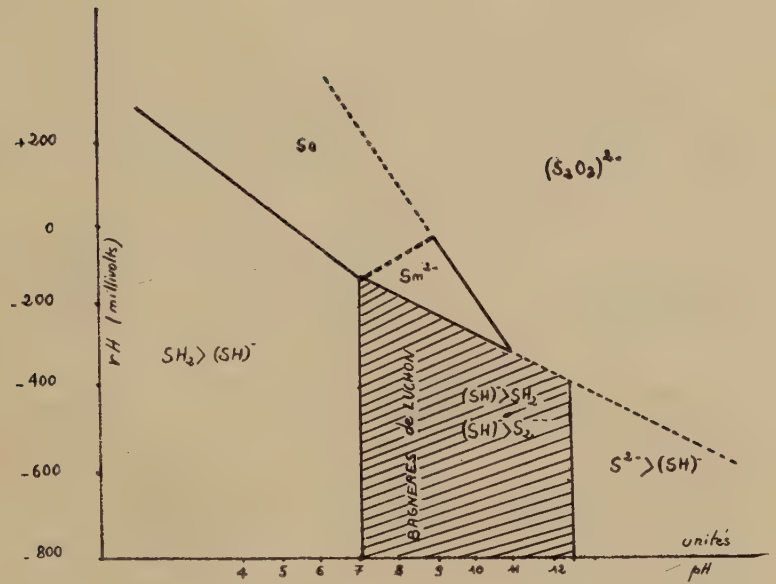
— Les sulfures existent sous forme de traces.

— Les sulfhydrates prédominent.

— L'hydrogène sulfuré n'est pas très abondant.

Ces composés sulfurés sont à l'origine de tous les autres composés soufrés.

Un schéma du professeur Cazeaux nous aidera à le comprendre.



Ce schéma nous montre les différents états du soufre en fonction du pH et du rH_2 en millivolts, c'est-à-dire de l'état d'oxygénation de la solution.

C'est dans la zone hachurée que se situent les eaux de Luchon. Cette eau va évoluer sous deux influences :

1) *L'oxydation* peut se faire avant l'émergence par rencontre d'une eau superficielle, soit à l'émergence par contact avec l'air.

2) *L'acidification* à l'émergence, par fixation de CO_2 dont l'eau est pauvre.

Le dégagement d'hydrogène sulfuré alcaliniserait légèrement le milieu, si l'influence précédente n'était prédominante.

2. - *L'influence des eaux vadoses*

Elles diluent les eaux thermales ; abaissent la température initiale, et les oxydent. Elles sont donc à l'origine des thiosulfates de forme $S_2O_3R_2$ encore appelés parfois hyposulfites.

3. - *Métaplasie à l'émergence*

L'hydrogène sulfuré se dégage naturellement, mais l'acidification, ou plus exactement le retour à la neutralité augmente ce dégagement, les sulfhydrates se déplaçant vers l'hydrogène sulfuré.

Ce retour à la neutralité s'accompagne d'oxydation pour former le soufre moléculaire S_0, c'est ce soufre moléculaire qui donne à l'eau une opalescence bleuâtre, avant de floculer en fin précipité blanc.

Le schéma vu plus haut a le mérite de montrer que le soufre moléculaire peut se former à partir des sulfhydrates, en passant par les polysulfures.

Ces polysulfures sont à l'origine des autres phénomènes colorés des eaux sulfurées qui ont toujours suscité l'étonnement.

Leur génèse correspond à des zones de pH et de RH_2 étroites.

4. - *L'influence des pratiques thermales*

Par ruissellement, projection, aérolisation, elles réalisent toujours un accroissement de la surface de contact eau-air. Elles accélèrent donc le processus de vieillissement à l'émergence ; le dégagement de H_2S, et la formation de soufre moléculaire.

Si, par traitement électrique, ou par ozonisation l'oxydation est encore accélérée, on obtient rapidement des ions sulfuriques SO_4^{--} et sulfureux SO_3^{--}.

L'eau étant faiblement minéralisée, c'est bien de l'acide sulfurique ou sulfureux que l'on obtient.

L'aérolisation, par division à l'extrême, produirait les mêmes composés, si l'aérosol n'était immédiatement inhalé.

En résumé, toutes les eaux de Luchon sont de même nature, ce sont des eaux sulfurées alcalines, plus ou moins diluées et oxydées, et pouvant contenir des thiosulfates.

Il faut en attendre :

— de l'hydrogène sulfuré en quantité modérée ;

— des ions sulfhydriques ;

— du soufre colloïdal naissant ;

— des ionsthiosulfates.

Il faut éviter de lui faire produire des acides forts, sulfureux ou sulfuriques.

B) LES AUTRES ACIDES FAIBLES

Deux autres acides faibles sont à considérer, bien que d'intérêt moindre :

1. — *L'acide carbonique,* qui obéit à deux dissociations :

$$\frac{(CO_3H^- \quad (H^+)}{CO_3H_2} = pK_1 \text{ voisin de } 6{,}12$$

donnant naissance aux bicarbonates $CO_3H^-R^+$.

$$\frac{(CO_3^{--}) \quad (H^+)}{CO_3H^-} = pK_2 \text{ voisin de } 10{,}5$$

donnant naissance aux carbonates $CO_3^{--}R_2^+$.

A pH 9, la forme prédominante est l'ion bicarbonate.

Bien que non négligeables par rapport au reste de la minéralisation, les ions bicarbonatés se retrouvent à faible dose dans les eaux de Luchon.

2. — *L'acide silicilique,* SiO_3H_2, obéit également à deux dissociations :

$$\frac{(SiO_3H^-) \quad (H^+)}{SiO_3H_2} = pK_1 \text{ voisin de } 9{,}5$$

$$\frac{(SiO_3^{--}) \quad (H^+)}{SiO_3H^-} = pK_2 \text{ voisin de } 11{,}5$$

Toutes ces constantes de dissociation sont fonction de la température. En réalité, l'état de la silice dans les eaux thermales nous échappe encore en grande partie.

Il serait vain de vouloir tout expliquer, et de penser que la chimie des eaux sulfurées a livré ses derniers secrets ; et il n'est pas douteux que la physique apportera une contribution croissante à la connaissance des eaux thermales.

C) LA RADIOACTIVITÉ

Différentes familles donnent leur radioactivité aux eaux thermales, mais c'est celle de l'uranium qui présente le plus grand intérêt.

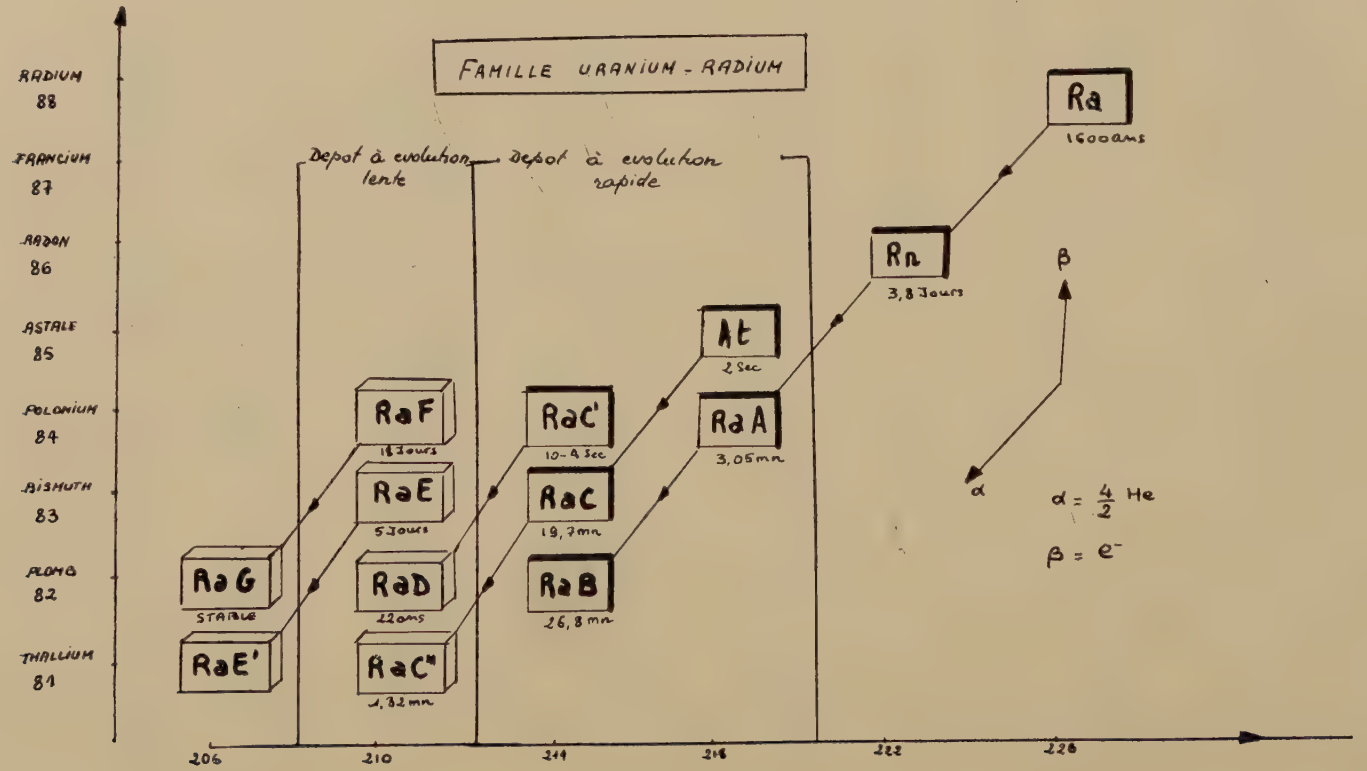
Le tableau ci-joint nous montre les liens de parenté entre les divers membres de la famille à partir du radium, leurs périodes respectives, et leur activité en rayonnement α, β et γ.

Or, à l'émergence, le rayonnement est uniquement de nature α, dû au radon gazeux en solution dans l'eau.

Des analyses très fines, dues à GRANDPIERRE, PELLERIN, ARNAUD, BLANQUET et MORINI, ont pu mettre en évidence des traces d'uranium 238 et de radium 226.

Ces éléments sont d'ailleurs retrouvés, très concentrés, dans les boues qui se déposent au cours du trajet de l'eau.

Le radon ne se trouve pas en équilibre avec ses produits de filiation à l'émergence. Ces derniers seraient rapidement absorbés par des argiles permutites échangeuses d'ions, présentes dans les terrains traversés peu avant l'émergence.


FAMILLE URANIUM - RADIUM
RADIUM 88
FRANCIUM 87
RADON 86
ASTATE 85
POLONIUM 84
BISMUTH 83
PLOMB 82
THALLIUM 81
Depot à evolution lente
Depot à evolution rapide
Ra
1600ans
Rn
3,8 Jours
At
2 Sec
RaA
3,05mn
RaC'
10-4 Sec
RaC
19,7mn
RaB
26,8 mn
RaF
138 Jours
RaE
5 Jours
RaD
22ans
RaC"
1,32mn
RaG
STABLE
RaE'
β
α
α = 4/2 He
β = e⁻
206
210
214
218
222
226

Les pratiques thermales n'influent pas sur les phénomènes physiques de radioactivité, mais elles interviennent de différentes manières.

— Par barbotage d'air comprimé dans un bain d'eau radioactive, on accélère le dégagement du radon et, ainsi, on accroît son contact avec la peau et son inhalation.

— Par division de l'eau thermale, on obtient un résultat semblable, c'est le cas des nébulisations qui utilisent les griffons du Pré, légèrement radioactifs.

— Si, au lieu de laisser ce dégagement se faire à l'air libre, l'atmosphère est confinée, et suffisamment chargée en gouttelettes pour fixer les métaux lourds descendants du radon, il peut s'établir un équilibre entre tous les éléments, depuis le radon jusqu'au plomb 210 non inclu, car sa période est de 22 ans, et cet équilibre est atteint en 3 heures environ. C'est ce qui est obtenu au vaporarium,

où l'activité α peut atteindre 0,35 nCi/l d'air,

et l'activité β 0,40 nCi/l d'air.

Chapitre III

LES TRAVAUX PERSONNELS

Nous verrons successivement les modalités d'expérimentation et les résultats.

I. — LES MODALITES D'EXPERIMENTATION

A. — sélection des malades

Si les indications de Bagnères-de-Luchon sont, pour la plupart, respiratoires et rhumatologiques, d'autres indications trouvent naturellement leur place dans les possibilités thérapeutiques de cette station.

— La présence de barégine et de silice dans ses eaux, pourrait amener à la station des malades de la peau, et des affections gynécologiques.

— Les propriétés hypotensives de la cure pourraient lui valoir des indications cardio-vasculaires.

Mais telle n'est pas l'orientation en France. Il semble pourtant que les pays de l'Est exploitent avec succès ces propriétés.

Parmi les malades que nous avons examinés, les adultes furent les plus nombreux. La majorité des sujets envoyés au laboratoire d'exploration fonctionnelle sont des insuffisants respiratoires, ou suspectés de l'être.

Si tous se plaignent de bronchite chronique, tous les stades de gravité existent, toutes les voies d'accès y sont représentées, et toutes les associations avec d'autres lésions des voies respiratoires s'y retrouvent :

— dilatation des bronches ;

— emphysème ;

— sclérose pulmonaire.

Derrière le vocable de bronchite chronique se cachent des états morbides très différents, et la spirométrie est l'un des moyens les plus sûrs de les différencier.

Quand cela nous a été possible, nous avons essayé de recueillir de manière aussi succincte et précise que possible des renseignements cliniques sur les malades :

— Leurs antécédents ;

— Leurs symptômes ;

— La consommation thérapeutique ;

— Les associations morbides ;

— Les pratiques thermales associées.

Un exemplaire de cette feuille de renseignement est reproduite ci-contre.

SPIROMETRIE MOIS de 1971 TRAVAUX de M. J.-P. LAGARDE

NOM : ..... Prénom : .....
Adresse : .....
Age : ..... Poids : .....
Traité pour : ..... du : ..... au : .....
Docteur : .....

Personnels : Familiaux :

Antécédents :
Pulmonaires :
O.R.L. :
Autres :

SYMPTOMATOLOGIE	Avant CURE	Après	Après CURE
Dyspnée quand ? comment ? quel effort ? tirage ? Cyanose toux quand ? expectorations troubles de la voix hémoptisies O.R.L. Divers			
Fumeurs			
Consommation Ther.			

DIAGNOSTIC

IRC Clinique
Spirométrique
pas d'IRC

Bronchite chronique
Asthme - Equivalents
Emphysème - Sclérose p.
D D B (lipiodol ?)
O.R.L.

Pratiques thermales

Les patients se sont prêtés de très bonne grâce à cet interrogatoire, et les médecins de la station nous ont bien souvent aidé à compléter ou refaire ces observations. Qu'ils en soient remerciés.

Les enfants nous été adressés par le Home d'enfants « Clair Soleil », et c'est grâce au docteur Badaroux et au docteur Debussche que nous avons pu examiner 70 d'entre eux.

Les accidents rhinopharyngés sont ici bien plus fréquents et bien plus expressifs que chez les adultes. Mais, en dehors des syndromes infectieux, il faut noter la fréquence d'asthmes associés ou isolés, ou, enfin, d'équivalents asthmatiques.

Tous les enfants qui nous ont été adressés présentaient au moins une manifestation allergique :

— asthme franc ;

— toux spasmodique fréquente ;

— parfois, allergie rhinopharyngée avec :

- rhinorrhée claire séreuse, muqueuse nasale lavée ou lilas ;
- granulations érectiles et réflexogènes pharyngées.

C'est en se basant sur une expérience clinique de plusieurs années que le docteur Baradoux leur a prescrit systématiquement des séances de nébulisation de 5' maximum.

La majorité de ces enfants ont donc subi des tests, avant et après nébulisations, et, pour quelques-uns d'entre eux, avant et après humage.

Il s'agit donc de deux classes de sujets dont les résultats sont donnés séparément.

Pour éviter toute interférence de plusieurs pratiques sur les tests effectués, nous avons demandé au malade de venir au laboratoire d'exploration fonctionnelle avant toute pratique majeure et de revenir immédiatement après pour se reposer 15 minutes.

Le deuxième test n'avait lieu qu'ensuite, de manière à dissiper la fatigue inhérente à toute pratique thermale, mais aussi pour ne pas enregistrer de variations parasites de l'état respiratoire du sujet, dues aux déplacements dans l'établissement, entre le laboratoire et les salles de cure.

B. — SÉLECTION DES TESTS SPIROMÉTRIQUES

Pour obtenir des tracés comparables, et des résultats dignes de foi, il faut qu'à tout moment le patient utilise au maximum ses possibilités, et à répéter cet examen à peu d'intervalle, il faut en limiter la durée.

Si l'on songe que la cure sulfurée est en elle-même asthéniante et hypotensive, on comprendra que nous ayons limité nos investigations à trois paramètres :

1) A la capacité Vitale à deux ou trois reprises, pour ne garder que le meilleur résultat.

2) Au VEMS, à deux ou trois reprises, pour ne conserver que le meilleur tracé.

3) A la VMM, dans un peu plus de la moitié des cas.

En effet, une VMM théorique peut être calculée à partir du VEMS, et nous n'avons pas cru tout d'abord devoir alourdir l'épreuve par la mesure de la VMM. Les résultats que nous avons obtenus ensuite montrent que cette mesure n'était pas inutile.

Il eut été intéressant de mesurer le volume résiduel, mais l'incertitude qui entache la mesure de ce volume (v. app. n° 2) face à la faible amplitude des variations que l'on peut attendre d'une seule pratique thermale, nous a obligé à abandonner cette voie de recherche.

C. — L'EXPLOITATION STATISTIQUE DES RÉSULTATS

Les résultats que nous exposerons montreront à l'évidence s'il y a variation ou non entre les tests effectués pour chaque malade, avant et après pratique isolée.

Certaines de ces variations sont des diminutions, d'autres sont des augmentations, et, dans quelques cas, il n'y a pas de changement. Il ne faut pourtant pas immédiatement conclure que le cure est bonne pour les uns, sans effet sur certains malades, et néfaste pour quelques autres.

Ensuite, plusieurs raisons nous poussent à penser qu'un deuxième test, effectué dans les mêmes conditions, une demi-heure après le premier, sans aucun agent thérapeutique intermédiaire, ne serait pas exactement identique au premier.

1) Deux tests effectués, l'un immédiatement après l'autre, ne donnent pas des résultats identiques. La variabilité est la règle en biologie, et l'homme n'est pas une machine à respirer.

2) Il existe un cycle nasal, un cycle œsophagien, et, certainement, un cycle bronchique et pulmonaire. Le résultat en dépend.

3) Les erreurs de lecture :

Chaque volume est lu par différence, et comporte donc deux erreurs d'une demi-graduation chacune ; la graduation est de 1 mm et vaut 30 cm^3. Nous nous sommes efforcés de réduire cette erreur autant que possible, mais on ne peut faire autrement que de ramener tous les chiffres à des multiples de 30 cm^3.

On pourrait évoquer ainsi d'autres facteurs qui modifient un résultat individuel, mais qui agissent aussi bien dans un sens que dans l'autre, et ne modifient donc pas sensiblement une moyenne.

Seule, une étude englobant un nombre important de malades peut dégager des résultats de faible amplitude de la gangue d'imprécision due à la méthode même.

Au chapitre des résultats, c'est l'objet du premier tableau de donner les chiffres tels que nous les avons recueillis, avant tout traitement statistique. Ensuite, il convient de voir si les résultats sont distribués suivant une répartition normale, répondant à une courbe en

cloche de Gauss. C'est l'objet des histogrammes insérés dans le deuxième tableau. Ils permettent une vue plus synthétique de l'ensemble des résultats. Enfin, si la population obéit à une répartition normale, sa composition peut encore être résumée par deux chiffres :

$$\text{— La moyenne } m = \frac{\Sigma \text{ des variations individuelles}}{\text{nombre de sujets examinés}}$$

$$= \frac{\Sigma\, v}{n}$$

$$\text{— L'écart-type } \sigma = \sqrt{\frac{\Sigma\,(v - m)^2}{n}}$$

Dans quelle mesure ces chiffres observés sur un échantillon sont-ils applicables à l'ensemble de la population ?

1) Il faut, tout d'abord, que l'échantillon soit représentatif de la population. Ici, la population, c'est l'ensemble des personnes bronchitiques chroniques adressées au laboratoire d'exploration fonctionnelle de Luchon. Seul, le hasard a fait un tri parmi ces personnes.

Par ailleurs, rien ne nous permet de penser que cette population n'est pas représentative de la population des bronchitiques chroniques si l'on en excepte les formes décompensées.

2) La représentativité de l'échantillon ne permet pas de dire que m et σ sont applicables à l'ensemble de la population.

a) On a une bonne approximation de l'écart-type général par la formule :

$$\sigma = \frac{\Sigma\,(v - m)^2}{n - 1}$$

C'est ce chiffre que nous avons retenu.

b) Les fluctuations d'échantillonnage ont pu faire s'éloigner m de la moyenne générale réelle M, de telle sorte qu'il est impossible de donner avec certitude une valeur définie à M.

Pourtant, on peut définir les chances qu'a M de se situer entre telle et telle valeur.

On utilise le plus souvent des intervalles symétriques par rapport à m :

Si a est l'écart à la moyenne,
l'intervalle peut s'écrire $m \pm a$,

l'écart réduit de la moyenne $\varepsilon m = \dfrac{a}{\sigma/\sqrt{n}} = \dfrac{a\sqrt{n}}{\sigma}$

Il suffit alors de lire sur une table de l'écart réduit le risque correspondant de sortir de l'intervalle.

On peut employer dès lors deux méthodes :

1) On choisit un risque, et on observe l'intervalle correspondant.
2) On choisit un intervalle, et on étudie le risque correspondant.

Dans le premier cas, il est d'usage de choisir le risque 5 % pour lequel l'écart réduit m est égal à 1,96.

$$a = \frac{\varepsilon m}{\sqrt{n}} \times \sigma = \frac{1{,}96\,\sigma}{\sqrt{n}}$$

L'intervalle $m \pm \dfrac{1{,}96}{\sqrt{n}}$ est dit : intervalle de confiance à 5 %.

— Si la valeur de référence se trouve dans l'intervalle, le résultat n'est pas significatif.

— Si la valeur de référence se trouve hors de cet intervalle, le résultat est significatif.

Dans le cas présent, une absence d'efficacité se traduirait par $M = 0$; la valeur de référence est 0.

Dans le deuxième cas, on choisit un intervalle, en l'occurrence l'intervalle $m \pm m$, c'est-à-dire 0 à 2 m, et on lit quel risque court M d'en sortir.

$$\varepsilon m = \frac{\sigma}{m \sqrt{n}}$$

Si εm est $< 1{,}96$, le risque est supérieur à 5 %, le résultat n'est pas significatif.

Si εm est $> 1{,}96$, le risque est inférieur à 5 %, le résultat est significatif.

La valeur de εm permet de préciser quel est le risque exact qui donne toute sa signification au résultat.

C'est cette deuxième méthode que nous avons utilisée. Quand nous avons étudié des échantillons inférieurs à 30 sujets, nous avons utilisé non plus la table de l'écart réduit, mais la table du t.

Enfin, au cours de la discussion, nous avons été amenés à comparer des pratiques thermales entre elles, et à chercher si les différences observées étaient significatives. Nous avons utilisé, suivant le même principe, l'écart réduit de la différence des moyennes pour les pratiques a et b.

$$\varepsilon_d = \frac{m a - m b}{\sqrt{\frac{\sigma a^2}{n a} \quad \frac{\sigma b^2}{n b}}}$$

Si l'un des deux groupes a ou b est inférieur à 30 sujets, nous avons remplacé σa^2 et σb^2 par s^2, moyenne des deux variances pondérées, en fonction du nombre de chaque groupe.

La formule devient :

$$\varepsilon_d = \frac{m\,a - m\,b}{\sqrt{\frac{s^2}{n\,a} + \frac{s^2}{n\,b}}}$$

Il convient toutefois de préciser que le risque pour M, de sortir de l'intervalle 0 à 2 m, peut se décomposer en deux risques égaux :

$$M \leqslant 0$$
$$M \geqslant 2\,m$$

Or, seul le premier nous intéresse. Au-dessus de 2 m, M est toujours positif, ce n'est plus un risque. Si, donc, nous choisissons 5 % comme risque, et si nous limitons ce risque à $M \leqslant 0$.

Le risque de sortie de l'intervalle 0 à 2 m = 10 %, et l'écart réduit correspondant = 1,64.

L'usage ayant consacré outre le risque 5 %, l'écart réduit 1,96, nous les conserverons, mais dans notre cas particulier le risque réel 5 % se traduit par écart réduit égal à 1,64.

Si l'étude statistique est indispensable pour fonder les résultats, il est des observations qu'elle ne peut rendre.

Nous nous sommes efforcés, tout au long de l'exposé des résultats, de leur accorder la place qui leur revient.

II. — EXPOSE DES RESULTATS

On pourrait, sans difficulté, rassembler nombre d'observations de malades très améliorés après une pratique thermale. Cette impression de mieux-être est assez générale. Mais quelle preuve objective a-t-on de cet effet eupneisant ?

C'est cette preuve que nous avons essayé d'apporter ici.

Les résultats seront donnés pratique par pratique, comportant pour chacune trois tableaux :

— *Le premier exposant les résultats bruts,* il donne *successivement :*

1. - La première capacité vitale.
2. - La différence entre la deuxième et la première capacité vitale, précédée du signe + si c'est une augmentation, du signe — en cas de diminution.
3. - Le pourcentage d'augmentation ou de diminution que représente cette variation par rapport à la capacité vitale.
4. - Procédé identique pour le VEMS.
5. - Procédé identique pour le VEMS.
6. - Procédé identique pour le VEMS.
7. - Premier rapport de Tiffeneau.
8. - Deuxième rapport de Tiffeneau.

— *Le deuxième tableau comprend deux histogrammes.*

• Le premier porte en abscisse les augmentations des capacités vitales et, en ordonnée, le nombre de sujets présentant cette augmentation.

La limite de précision du papier millimétré étant de 30 cm^3, les classes de l'histogramme s'en trouvent naturellement dictées.

• Le deuxième histogramme est relatif à la capacité vitale.

— *Le troisième tableau* résume en peu de chiffres les données précédentes en fournissant la moyenne et l'écart type :

1. - De la capacité vitale de la population examinée.
2. - De l'augmentation de capacité vitale enregistrée.
3. - Du VEMS de la même population.
4. - De l'augmentation de ce VEMS après pratique thermale.

De plus, pour l'augmentation moyenne, il précise la valeur de l'écart réduit pour l'intervalle m ± m, soit 0 à 2 m, ainsi que le risque correspondant, c'est-à-dire la signification de la positivité du résultat.

En toute rigueur, les volumes sont enregistrés à la température du spiromètre, et il faut les affecter d'un coefficient correctif pour obtenir le volume effectivement occupé à 37° dans la cage thoracique. Les températures du spiromètre ont oscillé entre 30° et 32° tout au long de notre étude.

Les coefficients de correction sont :

à 29°	1,051
30°	1,045
31°	1,039
32°	1,032
33°	1,026

Considérant que les températures étaient semblables lors des deux tests d'un même sujet, et que la correction apportée est minime aux températures envisagées, nous avons négligé ces corrections.

— Enfin, ces tableaux sont suivis d'un court commentaire, dégageant les premières conclusions nécessaires ensuite pour la discussion.

Nous envisagerons successivement :

— les humages chez les adultes et chez les enfants ;
— les aérosols ;
— les aérosols soniques ;
— les nébulisations chez les adultes ;
— les nébulisations chez les enfants ;
— le vaporarium.

Il peut paraître curieux que les résultats n'aient pas été présentés en fonction de la sulfuration des eaux, mais en fonction des pratiques thermales. Rien ne prouve a priori que la pratique est plus importante que l'eau, au contraire.

Pour trancher un tel problème, il aurait fallu disposer de deux lots semblables de malades subissant dans les mêmes conditions des pratiques identiques, les uns avec de l'eau ordinaire, les autres avec de l'eau thermale. La rigueur d'une démonstration a parfois des exigences qu'il est impossible de lui accorder.

C'est donc bien l'action du couple eau thermale + pratique thermale que nous allons examiner.

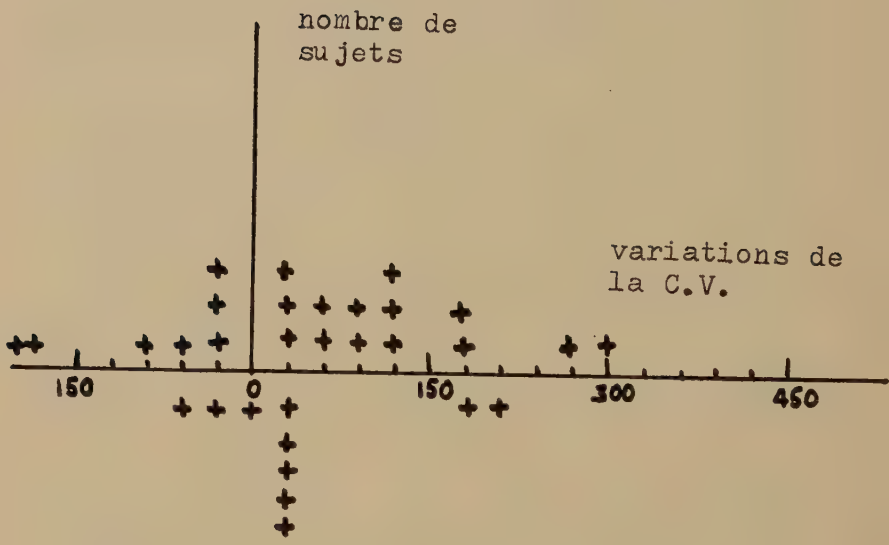
TESTS EFFECTUES AVANT ET APRES HUMAGES

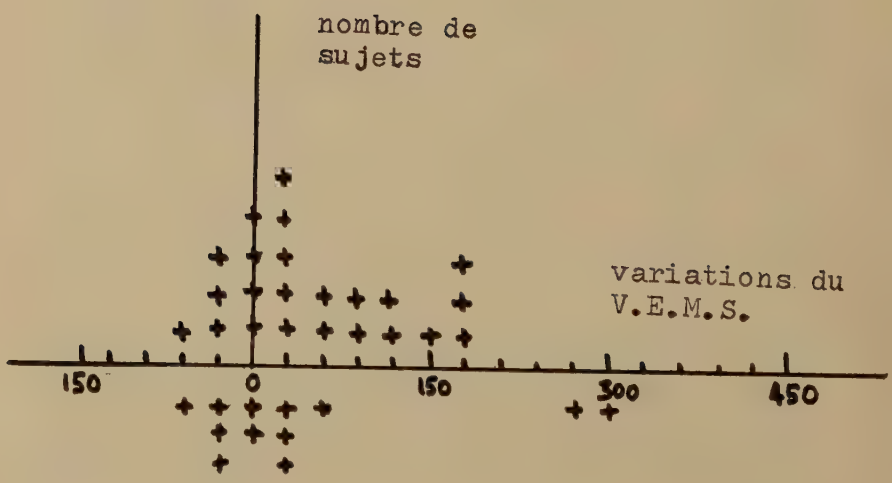
N°	C.V.	Augmentation		V.E.M.S.	Augmentation		Tiffeneau
1.R.	3300	+ 30	+ 0,9 %	2670	+180	+ 6,7 %	80—84
2.G.	2040	+ 30	+ 1,4 %	900	+ 30	+ 3,3 %	44—44
3.D.	2310	+210	+ 9,1 %	1080	+ 30	+ 2,7 %	46—44
4.M.	3420	— 30	— 0,8 %	2400	+ 60	+ 2,5 %	70—72
5.A.	2670	— 30	— 1,1 %	1320	+180	+13,3 %	49—57
6.G.	2850	+270	+ 9,4 %	1530	+120	+ 7,7 %	53—52
7.C.	1980	— 90	— 4,5 %	1530	+ 90	+ 5,8 %	77—85
8.O.	3420	+ 90	+ 2,6 %	2850	0	0	79—79
9.V.	2250	— 30	— 1,3 %	1830	— 30	— 1,6 %	81—81
10.B.	4020	—270	— 6,7 %	2940	+150	+ 5,1 %	73—82
11.B.	4590	+120	+ 2,6 %	3360	+180	+ 5,3 %	73—74
12.S.	3750	— 60	— 1,6 %	2820	+ 90	+ 3,1 %	75—76
13.P.	3360	+120	+ 3,5 %	3030	+ 30	+ 0,9 %	92—88
14.M.	5820	+120	+ 2 %	4950	+ 30	+ 0,6 %	85—83
15.G.	2040	+ 60	+ 2,9 %	1350	0	0	64—63
16.B.	2730	+ 30	+ 1,1 %	2280	0	0	83—83
17.B.	4140	+210	+ 5 %	3030	+ 30	+ 0,9 %	73—70
18.A.	2700	+300	+11,1 %	1790	+120	+ 7,5 %	58—57
19.G.	2040	+ 90	+ 4,4 %	1350	0	0	66—63
20.M.	3480	—240	— 6,9 %	1650	+ 60	+ 3,6 %	47—52
21.M.	5940	+ 60	+ 1 %	4980	— 90	— 1,8 %	83—81
MOYENNE :		+ 47 cm³	+ 2,1 %		+ 60 cm³	+ 2,9 %	

TESTS EFFECTUES PAR LES ENFANTS DE « CLAIR SOLEIL »

1.R.	1980	— 30	— 1,5 %	1650	— 30	— 1,8 %	83—83
2.R.	1800	+ 90	+ 5 %	1560	+ 30	+ 1,9 %	86—84
3.D.	2370	+ 30	+ 1,2 %	1890	+ 30	+ 1,5 %	79—80
4.G.	2130	+ 90	+ 4,2 %	1830	+ 30	+ 1,6 %	85—83
5.L.	2490	— 90	— 3,6 %	1980	0	0	79—82
6.G.	1680	+ 30	+ 1,8 %	1590	— 30	— 1,8 %	94—91
7.B.	2490	+ 30	+ 1,2 %	2370	0	0	95—94
8.P.	2970	+ 30	+ 1 %	1980	+270	+13,6 %	66—75
9.J.	3090	+210	+ 6,8 %	2190	+300	+13,6 %	70—75
10.P.	3300	+ 30	+ 0,9 %	3060	— 60	— 1,9 %	92—90
11.R.	3360	+180	+ 5,3 %	2850	— 30	— 1 %	84—79
12.T.	2340	0	0	2010	+ 60	+ 2,9 %	86—88
MOYENNE :		+ 50 cm³	+ 2,5 %		+ 47,4 cm³	+ 2,4 %	

HUMAGES


nombre de sujets
variations de la C.V.
150
0
150
300
450


nombre de sujets
variations du V.E.M.S.
150
0
150
300
450

HUMAGES : RESULTATS STATISTIQUES

Humages	n	Moyenne cm^3	Ecart-type	Ecart réduit pour l'intervalle 0 à 2 m	α
Capacité Vitale ..	33	2995	946 cm^3		
Augmentation C.V.	33	48 soit 1,6 %	124 cm^3	2,22	5 %
V.E.M.S.	33	2260	897 cm^3		
Augment. V.E.M.S.	33	55,4 soit 2,4 %	90 cm^3	3,53	1°/oo

La population examinée ici est hétérogène, car elle comprend deux groupes :

— Un groupe de 12 enfants, pour la plupart asthmatiques, ou présentant un équivalent.

— Un groupe de 21 adultes, pour la plupart bronchiteux chroniques.

Dans les deux cas, les résultats ont été positifs, faiblement il est vrai, mais, contrairement à toute attente, statistiquement semblables dans les deux groupes, que l'on envisage les volumes statiques ou dynamiques. C'est pourquoi nous avons cru pouvoir les rassembler en une statistique commune dont les résultats, portant sur 33 personnes, sont évidemment plus significatifs.

Une augmentation voisine de 50 cm^3 est inférieure à la précision que l'on accorde généralement aux tests ventilatoire, elle n'est pas davantage sensible au malade, seule une étude statistique pouvait la déceler.

Remarquons aussi que la différence n'est pas très grande entre l'augmentation des capacités vitales et des V.E.M.S., ces derniers étant légèrement plus sensibles à l'action des humages.

Bien que faibles, et à la limite de la sensibilité de l'appareil, ces résultats sont significatifs, puisque leur probabilité dépasse 95 % en ce qui concerne l'augmentation de la capacité vitale, et 999 ‰ en ce qui concerne l'augmentation du VEMS.

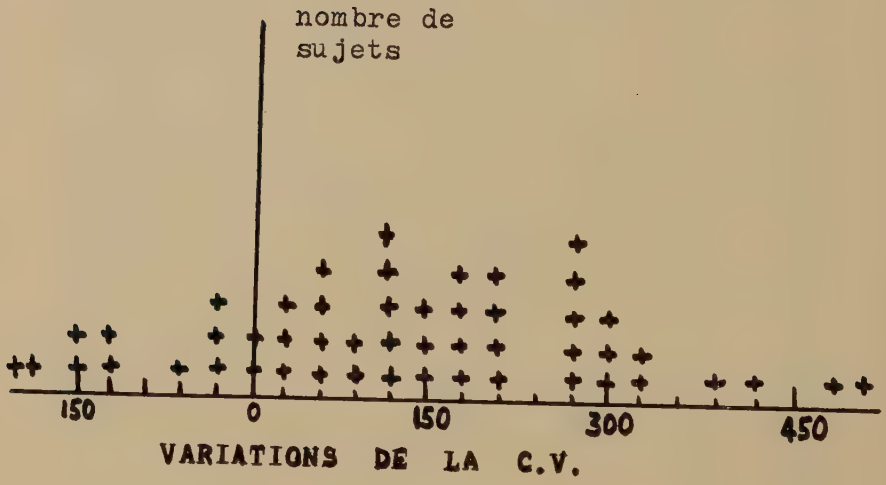
Notons toutefois que les malades ne sont pas également sensibles à cette pratique, et parmi ceux dont les volumes sont accrus, certains ont une très nette sensation subjective de libération respiratoire.

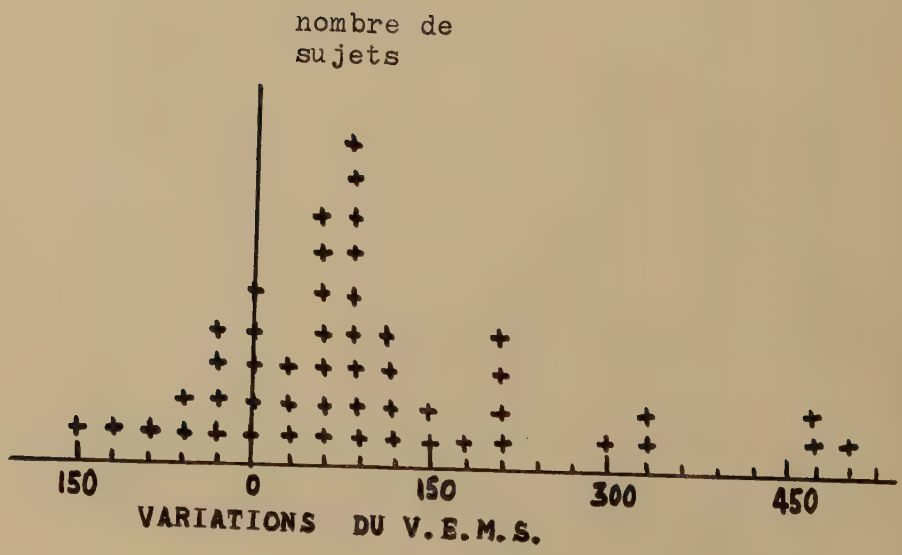
En tout état de cause, le humage a été, et reste, une thérapeutique de base de la cure sulfurée. Une étude spirométrique centrée sur cette pratique devrait mettre en évidence des différences entre les divers griffons alimentant les postes de humage, en fonction de leur sulfuration et de leur thermalité.

TESTS EFFECTUES AVANT ET APRES AEROSOLS

N°	C.V.	Augmentation		V.E.M.S.	Augmentation		Tiffeneau
1.F.	2940	+210	+ 7,1 %	1050	+210	+20 %	35—40
2.P.	4560	+210	+ 4,6 %	3450	+330	+ 9,5 %	75—79
3.L.	1890	—180	— 9,5 %	660	+ 90	+15,1 %	37—43
4.B.	2790	+ 60	+ 2,1 %	1170	— 30	— 2,5 %	42—41
5.D.	2520	+180	+ 7,1 %	1470	+540	+36,7 %	58—75
6.T.	1980	— 30	— 1,4 %	1620	0	0	81—80
7.H.	2880	+120	+ 4,1 %	1470	+ 90	+ 6,1 %	51—52
8.B.	5370	+390	+ 7,2 %	2820	+330	+11,7 %	52—54
9.L.	2040	+300	+14,7 %	930	+180	+11,9 %	54—47
10.R.	3540	+270	+ 7,6 %	1980	+180	+ 9 %	55—56
11.C.	3390	— 30	— 0,7 %	3000	0	0	90—90
12.M.	4440	+150	+ 3,3 %	3120	+ 60	+ 1,9 %	70—70
13.M.	1830	+ 30	+ 1,6 %	990	0	0	54—54
14.L.	3000	+300	+10 %	2310	0	0	79—70
15.L.	2040	+540	+26,8 %	810	+180	+22,2 %	39—38
16.E.	2640	0	0	1740	+120	+ 6,8 %	65—70
17.T.	2640	—150	— 5,6 %	1680	+150	+ 8,9 %	63—73
18.S.	3540	+ 60	+ 1,7 %	2190	—120	— 5,4 %	61—57
19.V.	3690	+ 90	+ 2,4 %	2490	+210	+ 8,4 %	67—71
20.P.	3120	+270	+ 8,5 %	1650	+ 90	+ 5,4 %	52—51
21.C.	2370	+180	+ 7,6 %	1440	+ 30	+ 2 %	61—53
22.A.	2250	0	0	1920	+ 90	+ 4,7 %	86—89
23.T.	3210	+120	+ 3,7 %	2190	+ 60	+ 2,7 %	71—67
24.P.	4440	+330	+ 7,4 %	3210	+270	+ 8,4 %	72—72
25.P.	3900	+180	+ 4,6 %	2400	+150	+ 6,2 %	61—62
26.C.	2490	+330	+13,2 %	1500	+ 90	+ 6 %	60—56
27.B.	2820	—210	— 7,4 %	630	+210	+33,3 %	22—32
28.T.	4320	—120	— 2,7 %	3030	— 90	— 3 %	70—70
29.T.	2430	+300	+12,3 %	1290	+ 60	+ 4,6 %	52—49
30.M.	1830	—120	— 6,5 %	780	+ 60	+ 7,6 %	45—49
31.L.	2550	—150	— 5,8 %	1080	0	0	42—45
32.F.	2850	+ 30	+ 1 %	1590	— 30	— 1,7 %	56—56
33.A.	2940	+270	+ 9,1 %	870	+ 60	+ 6,8 %	30—29
34.M.	4320	+ 60	+ 1,3 %	3300	+ 90	+ 2,7 %	76—77
35.M.	1680	+210	+12,4 %	1050	+ 30	+ 2,8 %	63—62
36.T.	2010	+120	+12,4 %	1710	+ 90	+ 5,2 %	85—84
37.M.	4320	+120	+ 2,7 %	3300	+ 90	+ 2,7 %	76—77
38.L.	3000	+270	+ 9 %	2250	—150	— 6,6 %	76—61
39.T.	3450	— 30	— 0,7 %	2130	+210	+ 9,8 %	61—68
40.M.	3300	+ 90	+ 2,7 %	1890	+ 90	+ 4,7 %	57—58
41.C.	2760	+ 60	+ 2,1 %	1590	+ 60	+ 3,7 %	57—58
42.M.	1620	+270	+16,6 %	720	+ 60	+ 8,3 %	44—42
43.G.	3120	+180	+ 5,7 %	2490	+120	+ 4,8 %	79—80
44.T.	2970	+420	+14,1 %	1620	+300	+18,4 %	54—56
45.P.	990	+150	+15,1 %	480	— 30	— 6,5 %	48—38
46.C.	4260	+ 30	+ 0,7 %	3480	— 30	— 0,8 %	80—80
47.F.	2130	+120	+ 5,5 %	1230	— 60	— 5,4 %	57—52
48.P.	3930	+150	+ 3,8 %	2370	+ 30	+ 1,2 %	60—58
49.Q.	2460	— 60	— 2,4 %	1710	— 60	— 3,1 %	69—68
50.B.	4440	+510	+11,4 %	2850	+480	+17,1 %	64—67
51.P.	5310	+210	+ 3,9 %	3750	+480	+12,8 %	70—76
MOYENNE :		+133,5	+ 4,58 %		+ 105 cm^3	+ 6 %	

AEROSOLS SIMPLES





AEROSOLS : RESULTATS STATISTIQUES

Aérosols	n	Moyenne Cm^3	Ecart-type	Ecart réduit (pour l'intervalle 0 à 2 m)	α
Capacité Vitale ..	51	3045	1000		
Augmentation C.V.	51	133,5 soit 4,3 %	170	5,6	10^{-7}
V.E.M.S.	51	1890	872		
Augment. V.E.M.S.	51	105 soit 5,5 %	146,3	5,1	10^{-6}
V.M.M.	15	59,8	22 L		
Augmentat. V.M.M.	15	6,6 L soit 11 %	7,7 L	3,26	1 %

C'est une population homogène, atteinte de bronchite chronique, que nous avons examinée ici. Population en réalité diversement lésée dans sa fonction respiratoire, comme sait le faire cette affection.

Cette pratique isolée donne des variations plus importantes que le humage, mais toujours globalement parallèles entre les volumes statistiques et dynamiques. L'augmentation moyenne est voisine de 5 %. Ce résultat, dû à un seul aérosol sulfuré, durant 15 minutes, mérite toute notre attention. Il est tel que le hasard ne peut, en aucune manière, en être rendu responsable.

C'est à juste titre que l'expérience clinique a, depuis longtemps, fait de l'aérosol le fer de lance de la thérapeutique sulfurée. La spirométrie vient confirmer la valeur de cette pratique.

Les malades sont d'ailleurs conscients de cette amélioration. Indépendamment des bons résultats observés au cours de l'hiver, et de la résistance accrue aux agents infectieux, il existe une indiscutable action eupnéisante de l'aérosol.

Cette eupnée subjective trouve ici une confirmation objective, même si le psychisme du malade joue, comme il se doit, son rôle.

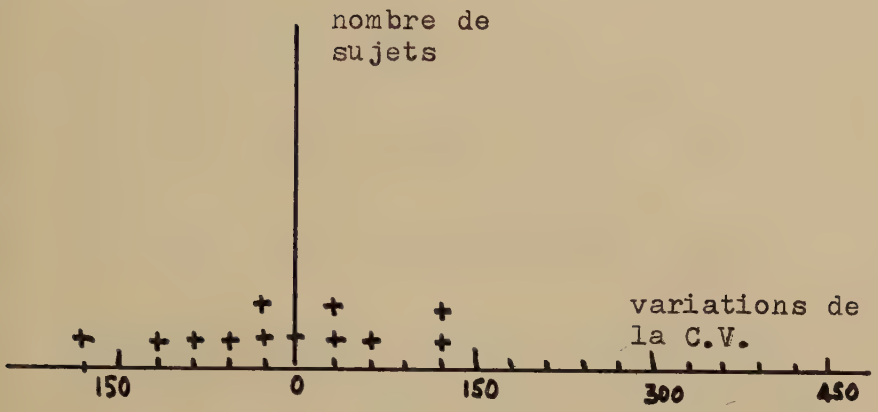
Notons que les augmentations enregistrées sur les V.M.M. sont plus importantes que sur le V.E.M.S., qui servent souvent de base à des calculs de V.M.M. théoriques. Le gain est supérieur à 10 % en moyenne.

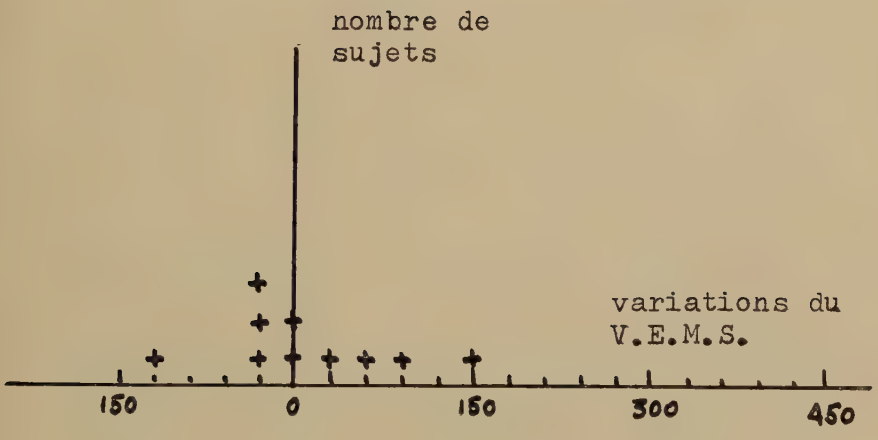
Ce gain ventilatoire serait donc plus important que ne le laisserait prévoir l'augmentation de 5,5 % du V.E.M.S., peut-être par action prédominante sur la phase respiratoire. Il est également la preuve que l'aérosol sulfuré n'est pas une pratique fatiguante, car la mesure de la V.M.M. demande un effort plus soutenu que celui du V.E.M.S.

TESTS EFFECTUES
AVANT ET APRES AEROSOLS SONIQUES

N°	C.V.	Augmentation		V.E.M.S.	Augmentation		Tiffeneau
1,D,	2670	+120	+ 4,4 %	1830	+120	+ 6,5 %	67—71
2.C.	3360	—180	— 5,3 %	2580	—240	— 9,5 %	76—73
3.P.	3870	+120	+ 3,1 %	2580	+ 90	+ 3,4 %	66—67
4.G.	3120	0	0	1380	— 30	— 2,1 %	44—43
5.L.	2850	— 60	— 2,1 %	2040	0	0	71—73
6.C.	3300	+ 30	+ 0,9 %	2970	0	0	90—89
7.D.	3480	— 30	— 0,8 %	1410	+ 60	+ 4 %	40—39
8.A.	2280	— 30	— 1,3 %	1890	+ 30	+ 1,6 %	83—80
9.C.	2070	— 90	— 4,3 %	990	— 30	— 3 %	47—48
10.L.	1890	+ 60	+ 3,1 %	1560	—120	— 7,7 %	83—73
11.T.	2280	—120	— 5,2 %	1710	—210	—12,2 %	74—69
MOYENNE :		— 13 cm³	— 0,6 %		— 30	— 0,7 %	

AEROSOLS SONIQUES





AEROSOLS SONIQUES

Aérosols soniques..	n	Moyenne cm^3	Ecart-type	Ecart réduit (pour l'intervalle 0 à 2 m)	α
Capacité Vitale ..	11	2833	647		
Augmentation C.V.	11	— 13 soit —0,6 %	97	non-significatif	
V.E.M.S.	11	1903	597		
Augment. V.E.M.S.	11	— 30 soit —1,5 %	117	non-significatif	

Onze personnes ont été examinées, bronchitiques chroniques, mais atteintes également d'affection des voies aériennes supérieures, rhinites chroniques ou sinusites chroniques, syndrome de Mounier Kuhn, ayant motivé la prescription d'aérosols soniques.

Cette courte série nous a permis de voir rapidement l'absence d'amélioration des tests spirométriques, et nous n'avons pas cru devoir réaliser une longue série d'examens.

Ce résultat nul présente un double intérêt :

1) Celui de fournir un élément de comparaison.

Nous n'avons, en effet, aucune raison de penser que cette pratique cause un affaiblissement même minime et temporaire de la fonction respiratoire.

Force nous est donc de constater un résultat nul et de remarquer également que les modalités expérimentales respectent un résultat nul et ne participent pas à la positivité des résultats obtenus pour les autres pratiques.

2) Leur seule différence avec les aérosols simples est qu'ils sont vibrés à la fréquence de 100 hertz, et qu'ils déposent davantage de soufre au niveau des voies aériennes supérieures.

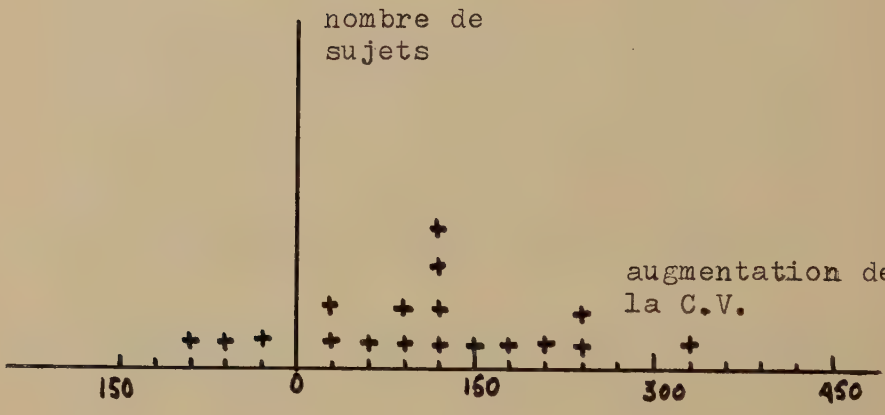
Cette non activité au niveau pulmonaire est une manière indirecte de confirmer leur action majorée au niveau de la sphère ORL, et tel est leur objectif thérapeutique.

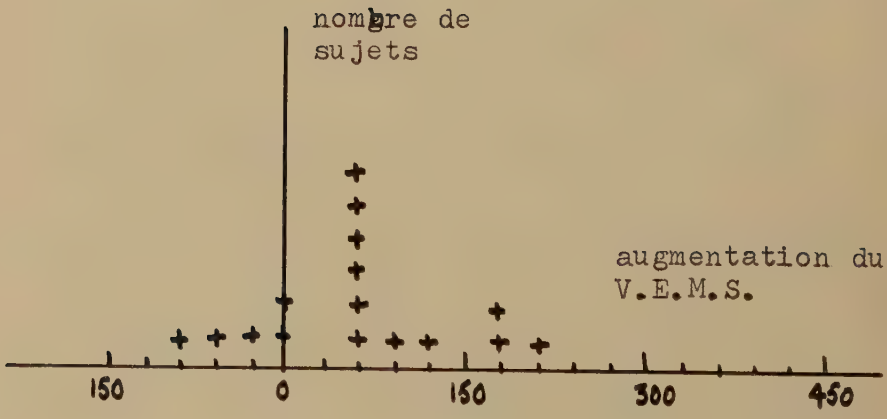
Enfin, cela prouve que l'augmentation immédiate de la capacité vitale et du V.E.M.S. observée après un aérosol simple, est due à l'action locale du soufre sur les voies aériennes inférieures.

TESTS EFFECTUES AVANT ET APRES NEBULISATIONS CHEZ LES ADULTES

N°	C.V.	Augmentation		V.E.M.S.	Augmentation		Tiffeneau
1.C.	2370	+150	+ 6,2 %	1860	0	0	78—73
2.B.	3300	+120	+ 3,6 %	1530	+ 60	+ 3,9 %	46—46
3.K.	1860	+ 90	+ 4,8 %	690	+ 60	+ 8,6 %	37—38
4.J.	1560	+ 60	+ 3,8 %	660	+ 60	+ 9,1 %	42—44
5.B.	2940	— 90	— 3,1 %	1500	— 60	— 4 %	50—50
6.B.	2100	+ 90	+ 4,2 %	780	+ 60	+ 7,6 %	37—38
7.T.	3210	+120	+ 3,7 %	2190	+ 60	+ 2,7 %	68—67
8.B.	2790	— 30	— 1,1 %	1350	— 90	— 6,6 %	48—45
9.B.	2430	+120	+ 3,7 %	900	+ 90	+10 %	37—38
10.P.	5070	+ 30	+ 0,5 %	3510	+210	+ 5,9 %	69—72
11.P.	2760	— 60	— 2,1 %	1350	+180	+13,3 %	49—51
12.B.	2490	+ 30	+ 1,2 %	990	0	0	39—39
13.B.	5040	+240	+ 4,7 %	3270	—660	—25,2 %	64—69
14.B.	1560	+240	+15,4 %	570	+120	+21,1 %	38—38
15.A.	3060	+180	+ 5,8 %	2040	0	0	66—63
16.B.	1860	+330	+15,1 %	630	+180	+28,6 %	33—37
17.D.	2310	+210	+ 8,3 %	1050	+ 60	+ 5,3 %	46—43
18.L.	3090	+120	+ 3,3 %	900	— 30	— 3,3 %	29—27
MOYENNE :		+108	+ 4,2 %		+ 56	+ 6 %	

NEBULISATIONS ADULTES





NEBULISATIONS ADULTES : RESULTATS STATISTIQUES

Nébulisations	n	Moyenne cm^3	Ecart-type	Ecart réduit (pour l'intervalle 0 à 2 m)	α
Capacité Vitale ..	18	2766	312		
Augmentation C.V.	18	108 soit 3,9 %	134	3,42	1 %
V.E.M.S.	17	1431	865		
Augment. V.E.M.S.	17	56 soit 3,9 %	83	2,88	1 %

Après les humages et les aérosols, qui constituent la thérapeutique de base de la cure sulfurée, nous en venons aux nébulisations qui sont moins souvent, et plus diversement, prescrites.

C'est pourquoi nous n'avons pu examiner que 20 personnes. Les résultats de deux d'entre elles n'ont pu paraître en raison d'une mauvaise compréhension du test pour l'une, et de fatigue pour l'autre.

Bien que variée sur le plan clinique, cette population a un rapport de Tiffeneau voisin de 50 % ; elle est donc bien atteinte dans sa fonction respiratoire.

L'augmentation enregistrée sur les capacités vitales, supérieure à 100 cc, soit 3,9 %, est significative ; bien que le nombre de sujets examinés soit peu important.

L'augmentation enregistrée sur les V.E.M.S. est également de 3,9 %, mais s'élève à 56 cm^3 seulement, car elle s'est manifestée sur des V.E.M.S. de faible amplitude. Sa signification n'en reste pas moins évidente.

Nous n'avons pas fait figurer dans la moyenne des V.E.M.S. l'observation n° 13 dont l'étonnante diminution ne peut s'expliquer que par un phénomène de fatigue déjà observé ailleurs.

Nous obtenons donc des résultats qui paraissent parallèles sur des volumes statiques et dynamiques, comme pour les humages et les aérosols, et intermédiaires entre ces deux pratiques.

2 % pour les humages,

3,9 % pour les nébulisations,

5 % pour les aérosols.

Ce résultat n'est d'ailleurs pas étonnant, si l'on songe que la nébulisation comporte, outre des gouttelettes macroscopiques variées, des gouttelettes voisines de celles de l'aérosol, et des vapeurs comme le humage.

Cependant, cette pratique se différencie des deux précédentes par la fatigue qu'elle entraîne. C'est ce qui nous a empêché, dans quelques cas, de finir le deuxième examen par une V.M.M.

Les résultats de V.M.M. qui nous restent sont trop peu nombreux pour faire l'objet d'une statistique.

L'intérêt des nébulisations ne saurait échapper au clinicien. Cette pratique utilise au maximum les propriétés de l'eau thermale, et les résultats obtenus en font une pratique de premier plan.

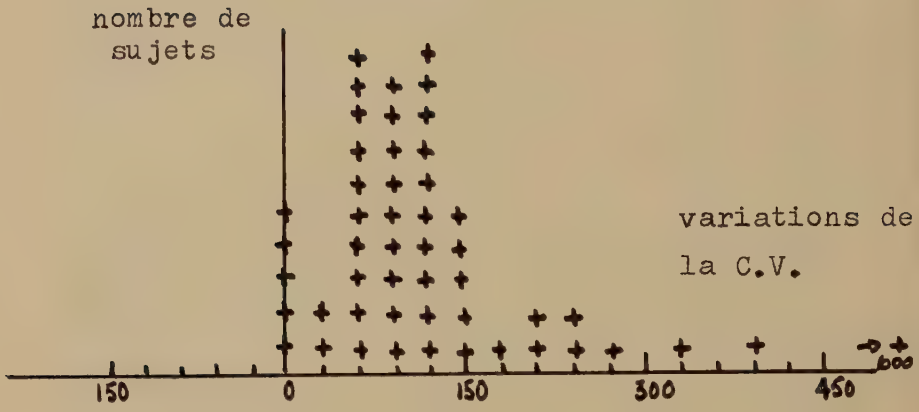
Mais c'est une arme à manier avec précaution, sur des malades subissant déjà une cure sulfurée hypotensive.

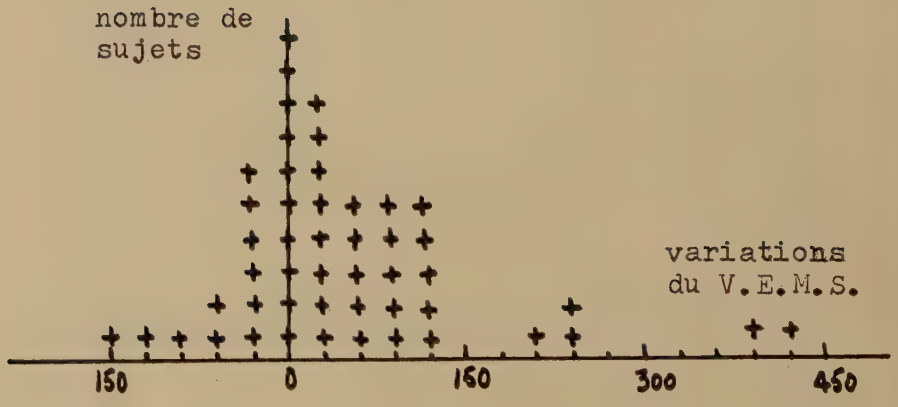
Comme nous allons le voir en examinant les résultats obtenus chez les enfants, elle a encore des secrets à livrer.

TESTS EFFECTUES AVANT ET APRES NEBULISATIONS CHEZ LES ENFANTS DE « CLAIR SOLEIL »

N°	C.V.	Augmentation cm³	Augmentation %	V.E.M.S.	Augmentation cm³	Augmentation %	Tiffeneau
1.L.	1680	+ 60	+ 3,5 %	1530	+ 30	+ 1,9 %	94—89
2.G.	1980	+ 90	+ 4,5 %	1860	0	0	93—89
3.T.	1920	+ 60	+ 3,1 %	1140	+210	+18,4 %	54—67
4.B.	1320	+ 60	+ 4,5 %	1200	+ 30	+ 2,5 %	93—91
5.M.	1740	+ 90	+ 5,1 %	1470	0	0	84—80
6.L.	1350	+ 60	+ 4,4 %	720	0	0	55—51
7.P.	1830	+ 90	+ 4,8 %	1590	+ 30	+ 1,8 %	86—84
8.F.	2340	+150	+ 6,4 %	1800	+ 60	+ 3,3 %	76—74
9.Q.	1590	+120	+ 7,4 %	1470	0	0	92—85
10.R.	4050	+240	+ 5,5 %	3570	0	0	88—82
11.T.	1890	0	0	1710	+ 60	+ 3,5 %	90—93
12.J.	1410	+330	+23,4 %	1290	+ 30	+ 2,3 %	91—75
13.B.	2010	+ 60	+ 2,9 %	1740	0	0	86—84
14.B.	2520	0	0	1950	0	0	77—77
15.L.	2310	0	0	1950	+ 60	+ 3 %	85—87
16.P.	2460	+ 60	+ 2,4 %	2130	+120	+ 5,6 %	86—90
17.T.	1950	+120	+ 6,2 %	1800	— 30	— 1,7 %	92—85
18.R.	1290	+240	+11,8 %	1230	— 60	— 4,8 %	95—79
19.T.	1710	+ 90	+ 5,2 %	1500	— 30	— 2 %	87—81
20.B.	1620	+120	+ 7,3 %	1530	—120	— 7,8 %	98—81
21.V.	2910	+120	+ 4,1 %	2580	+120	+ 4,6 %	88—89
22.G.	2100	+150	+ 7,1 %	1620	— 30	— 1,8 %	77—70
23.A.	2040	+120	+ 5,8 %	1800	+ 90	+ 5 %	87—87
24.T.	2490	+150	+ 6,1 %				
25.G.	1830	+120	+ 6,5 %	1530	+ 60	+ 3,9 %	83—81
26.G.	1530	+210	+13,8 %	1170	+ 90	+ 7,6 %	76—72
27.G.	1470	+ 90	+ 6,1 %	1140	+ 90	+ 7,8 %	77—78
28.A.	2370	+ 90	+ 3,7 %	2130	+ 30	+ 1,4 %	87—89
29.M.	1620	0	0	1110	0	0	68—68
30.L.	1560	+ 30	+ 1,9 %	1320	+ 30	+ 2,2 %	84—84
31.P.	1800	+ 60	+ 3,3 %	1620	—150	— 9,2 %	90—79
32.B.	1620	+120	+ 7,4 %	1440	+ 90	+ 6,2 %	88—80
33.L.	2700	+120	+ 4,4 %	2220	— 30	— 1,3 %	82—79
34.G.	1980	+ 90	+ 4,4 %	1650	0	0	83—79
35.B.	2970	+150	+ 5 %	1860	— 30	— 1,6 %	63—58
36.J.	2520	+390	+15,4 %	1650	+420	+25,4 %	65—71
37.L.	1950	+ 60	+ 3 %	1110	+120	+10,8 %	60—60
38.D.	1410	+ 60	+ 4,2 %	1140	+120	+10,5 %	80—85
39.A.	2340	+600	+25,6 %	1770	+390	+22 %	72—76
40.B.	2880	+ 90	+ 3,1 %	2700	0	0	95—91
41.L.	1680	+ 60	+ 3,5 %	1530	+ 30	+ 1,9 %	94—98
42.C.	3180	+180	+ 5,3 %	2700	— 60	— 2,2 %	84—78
43.P.	2430	+150	+ 6,1 %	2160	+240	+11,1 %	88—93
44.L.	2280	+210	+ 9,2 %	1560	+240	+15,3 %	68—72
45.S.	2160	+270	+12,5 %	1590	+120	+ 7,5 %	73—70
46.M.	3000	+120	+ 4 %	2400	— 60	— 2,5 %	80—75
47.T.	3300	+120	+ 3,6 %	2880	— 30	— 1,3 %	87—83
48.V.	2970	+ 90	+ 3 %	2340	+ 90	+ 3,8 %	79—79
49.M.	2550	+ 30	+ 1,1 %	2220	+ 30	+ 1,3 %	87—87
50.Q.	1980	0	0	1740	— 90	— 5,1 %	87—83
MOYENNE :		+121,8	+ 5,7 %		+46,2	+ 2,6 %	

NEBULISATIONS ENFANTS





NEBULISATIONS ENFANTS : RESULTATS STATISTIQUES

Nébulisations	n	Moyenne cm^3	Ecart-type	Ecart réduit (pour l'intervalle 0 à 2 m)	α
Capacité Vitale ..	50	2132	594		
Augmentation C.V.	50	121,8 soit 5,7 %	105	8,16	nul
V.E.M.S.	49	1750	893		
Augment. V.E.M.S.	49	47,1 soit 2,7 %	105	3,1	1 %
V.M.M.	29	50 L	17,6 L		
Diminution V.M.M.	29	—1,1 L	10 L	Résultat non significatif	

Les enfants qui ont fait l'objet de cette étude ont été sélectionnés. Ils étaient tous atteints d'asthme infantile ou d'équivalents asthmatiques des voies respiratoires.

Cinquante-deux enfants ont été examinés, âgés de 5 à 15 ans, avant et après cinq minutes de nébulisations.

Il est difficile d'obtenir un bon tracé spirométrique chez de jeunes enfants et, bien souvent, au-dessous de 7 ans, il nous a fallu renoncer.

Nous avons rapidement constaté une asthénie après la nébulisation, que 15 minutes de repos ne suffisaient pas à effacer. Même si elle n'était pas sensible aux enfants, au retour de la pratique, elle se dévoilait au cours du deuxième examen spirométrique, jusqu'à provoquer dans quatre ou cinq cas des manifestations lipothymiques.

Nous avons dû écarter deux cas, parce que les enfants n'ont pas pu commencer correctement le deuxième test. Un des enfants n'a pas pu effectuer le VEMS ; enfin, quand nous avons ajouté l'épreuve de la VMM, quelques autres, ayant franchi les deux premiers obstacles, n'ont pu s'acquitter de cette dernière épreuve.

Au total, cela nous donne :

50 résultats de C.V.,

49 résultats de V.E.M.S.,

29 résultats de V.M.M.

Mis à part l'aérosol sonique, toutes les pratiques vues jusqu'ici ont donné des résultats positifs en moyenne. Mais il se trouvait toujours quelque sujet présentant une diminution de la capacité vitale. *Ici, toutes les capacités vitales sont augmentées, sauf cinq, restées inchangées.*

L'étude statistique confirme qu'il n'y a aucune chance pour qu'un tel résultat soit le fruit du hasard.

L'augmentation moyenne en valeur absolue est égale à 122 cc, soit 5,7 %. Si nous avons enregistré des chiffres légèrement plus élevés en valeur absolue pour les aérosols chez les adultes, en pourcentage, nous avons ici le meilleur résultat.

Le V.E.M.S. subit lui aussi une augmentation significative, mais moindre, et voisine de 50 cm^3.

Pour la première fois, nous voyons apparaître une différence nette entre la C.V. et le V.E.M.S. ; entre les volumes statiques et dynamiques, différence significative à 1/100, que l'étude statistique porte sur les augmentations en valeur absolue, ou en pourcentage des volumes initiaux.

Ce résultat est certainement imputable, en partie, à la fatigue, car la mesure du V.E.M.S. demande un effort plus vif que celle de la C.V.

Mais est-ce là le seul facteur en cause ?

La comparaison avec les autres pratiques et des prises de tension artérielle parallèle nous font penser à un mécanisme particulier de la nébulisation.

Enfin, les V.M.M. sont encore plus expressifs. C'est une diminution moyenne que nous enregistrons. L'effort est encore plus soutenu que pour le tracé d'un V.E.M.S.

C'est le phénomène inverse que nous avions enregistré pour l'aérosol chez les adultes. Mais il faut garder à la pensée la clinique de ces enfants, sensibles, allergiques, présentant des épines irritatives ; et les résultats du V.E.M.S. et de la V.M.M. ne sont pas pour nous surprendre. Les augmentations de la capacité vitale ont d'autant plus de valeur.

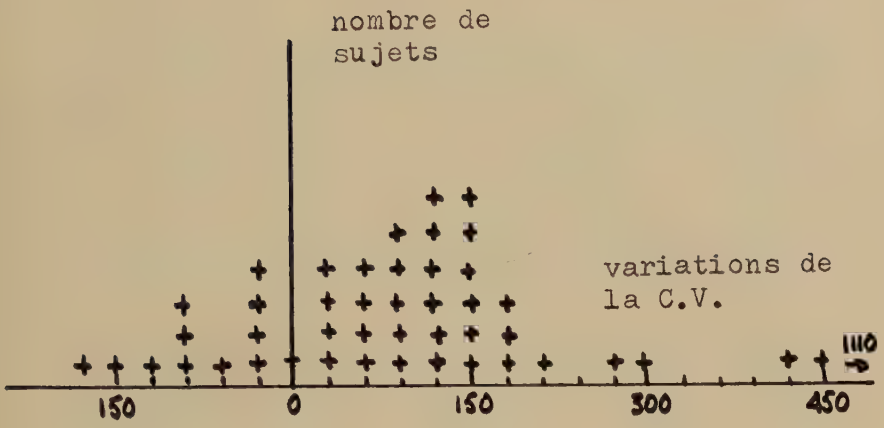
Ces résultats montrent, plus encore chez les enfants allergiques que chez les adultes, la prudence qui doit présider à la prescription de nébulisations. Leur durée en particulier est à limiter. Cinq minutes, si elles sont correctement utilisées par les enfants, constituent certainement un maximum.

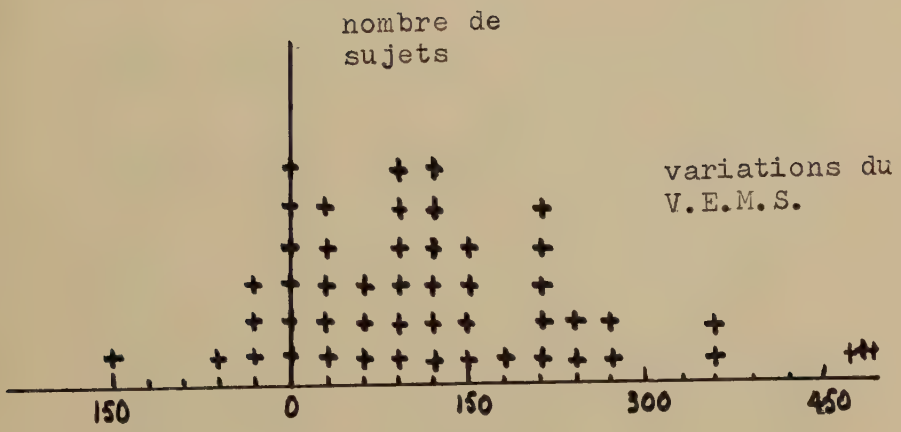
Pourtant, leur intérêt est de premier ordre dans l'immédiat sur les capacités vitales, mais surtout, à long terme, sur les phénomènes allergiques, comme le prouvent les centaines d'observations recueillies par le docteur Badaroux.

TESTS EFFECTUES AVANT ET APRES RADIOVAPORARIUM SULFURE

N°	C.V.	Augmentation cm³	Augmentation %	V.E.M.S.	Augmentation cm³	Augmentation %	Tiffeneau
1.P.	2220	+150	+ 6,3 %	1290	+240	+18,6 %	58—64
2.D.	4380	+150	— 3,4 %	2340	+510	+21,7 %	53—67
3.R.	2670	0	0	1710	+120	+ 7 %	64—68
4.V.	2160	+ 90	+ 4,6 %	990	+120	+12,1 %	45—48
5.D.	2640	— 60	— 2,2 %	1920	+ 90	+ 4,6 %	72—77
6.F.	3510	— 30	— 0,8 %	2250	+ 90	+ 4 %	64—68
7.T.	2190	+ 30	+ 1,3 %	1410	—150	—10,3 %	64—56
8.D.	2130	+ 90	+ 4,2 %	1320	— 30	— 2,3 %	62—58
9.L.	3720	+450	+12 %	2940	+210	+ 7,1 %	78—75
10.A.	2280	— 90	— 3,9 %	750	+180	+24 %	34—42
11.S.	3600	+120	+ 3,3 %	3000	— 60	— 2 %	85—79
12.C.	3270	— 90	— 2,7 %	2250	+210	+ 9,3 %	68—77
13.L.	2910	+ 60	+ 2 %	2280	+ 30	+ 1,3 %	78—78
14.G.	4890	+ 60	+ 3,1 %	3750	+120	+ 3,2 %	76—79
15.D.	4290	+180	+ 4,1 %	3570	+ 30	+ 0,9 %	82—81
16.M.	5190	+ 90	+ 1,6 %	3270	+120	+ 3,6 %	62—64
17.C.	2550	+150	+ 5,9 %	2070	+ 30	+ 1,4 %	81—77
18.H.	4290	— 30	— 0,6 %	3030	— 30	— 0,9 %	70—70
19.T.	3210	+270	+ 8,4 %	1260	+240	+19 %	39—43
20.H.	4290	+210	+ 4,9 %	3000	+720	+24 %	69—80
21.L.	3900	+120	+ 3 %	2010	+390	+19 %	51—59
22.L.	4020	+120	+ 2,9 %	2430	— 30	— 1,2 %	60—58
23.R.	4110	+150	+ 3,6 %	3360	+ 90	+ 2,6 %	81—80
24.C.	5130	— 30	— 0,5 %	4080	+210	+ 5,1 %	79—82
25.H.	2610	+1110	+42,5 %	1500	+150	+10 %	57—44
26.B.	2850	+ 90	+ 3,1 %	1620	+210	+12,8 %	60—63
27.P.	2850	+120	+ 4,2 %	2160	0	0	75—74
28.R.	2220	+150	+ 6,8 %	1860	+ 90	+ 4,8 %	83—81
29.B.	2670	+ 30	+ 1,1 %	1440	+ 60	+ 4,1 %	53—55
30.L.	2880	+ 30	+ 1 %	1590	+150	+ 9,3 %	55—60
31.L.	3690	+ 60	+ 1,6 %	2940	0	0	81—81
32.T.	3300	+ 90	+ 2,7 %	1290	+210	+16,3 %	39—45
33.G.	5350	—180	— 3 %	3720	+540	+14,5 %	63—75
34.L.	2970	+120	+ 4 %	2400	+120	+ 5 %	80—81
35.C.	3090	+150	+ 4,8 %	1890	+270	+14,3 %	61—66
36.P.	3540	+180	+ 5 %	2520	+120	+ 4,7 %	71—70
37.S.	2670	+570	+21,3 %	1380	+570	+41,3 %	51—60
38.D.	3660	+150	+ 4 %	2700	+ 90	+ 3,3 %	73—73
39.B.	3160	+300	+ 9,4 %	3000	0	0	96—87
40.F.	2850	+ 90	+ 3,1 %	2100	+ 60	+ 2,8 %	73—73
41.D.	3270	+150	+ 4,5 %	2400	+270	+11,2 %	73—78
42.L.	3450	+ 30	+ 0,8 %	2130	+150	+ 7 %	61—65
43.C.	2310	— 90	— 3,9 %	1380	0	0	61—60
44.M.	2580	+ 30	+ 1,2 %	1800	0	0	71—71
45.L.	3600	+180	+ 5 %	2550	+150	+ 5,8 %	70—71
46.A.	3660	+ 60	+ 1,6 %	3030	+ 90	+ 2,9 %	83—83
47.G.	3480	+420	+12 %	1560	+390	+25 %	44—49
48.V.	3870	—120	— 3,1 %	3480	+ 30	+ 0,8 %	89—93
49.C.	2280	— 30	— 1,3 %	1260	+ 60	+ 4,7 %	54—58
50.F.	3690	+120	+ 3,2 %	3000	0	0	81—79
MOYENNE :		+113,8	+ 3,4 %		+114,6	+ 5,1 %	

VAPORARIUM


nombre de
sujets
variations de
la C.V.
1110
150
0
150
300
450


nombre de
sujets
variations du
V.E.M.S.
150
0
150
300
450

VAPORARIUM : RESULTATS STATISTIQUES

Vaporarium	n	Moyenne cm^3	Ecart-type	Ecart réduit (pour l'intervalle 0 à 2 m)	α
Capacité Vitale ..	50	3332	860		
Augmentation C.V.	50	113,8 soit 3,4 %	202	3,9 significatif	10^{-4}
V.E.M.S.	50	2260	1183		
Augment. V.E.M.S.	50	114,6 soit 5,1 %	193	4,2 significatif	10^{-4}
V.M.M.	20	66 L	20,7 L		
Augmentat. **V.M.M.**	20	10 L soit 15 %	13 L	3,4	1 %

Cinquante personnes ont été examinées avant et après 15 minutes de radiovaporarium sulfuré.

Diverses pratiques peuvent suivre le radiovaporarium sulfuré : douche, bain froid, piscine, de telle sorte que si l'on veut respecter le quart d'heure de repos que nous nous sommes fixé au début de ce travail, 20 à 50 minutes séparent la fin du vaporarium du deuxième test spirométrique.

Cette pratique est strictement réservée aux adultes ; bronchitiques chroniques, ces malades sont pourtant moins atteints dans leur fonction respiratoire que les groupes examinés jusqu'ici, comme l'attestent une capacité vitale moyenne de 3 330 cm^3, et un V.E.M.S. moyen égal à 2 260 cm^3, soit un rapport de Tiffeneau voisin de 67,5 et une V.M.M. à 66 litres/minute.

Bien souvent d'ailleurs, c'est une atteinte des muqueuses respiratoires hautes qui domine le tableau clinique, au moins aux yeux du malade, mais l'interrogatoire découvre des épisodes bronchitiques hivernaux depuis plusieurs années.

L'augmentation est identique en valeur absolue sur la capacité vitale et le V.E.M.S., proportionnellement, le V.E.M.S. est plus amélioré et le rapport de Tiffeneau s'en trouve accru.

Ce résultat masque en réalité des phénomènes plus complexes, car nous avons observé des réponses très variables.

Si la majorité des malades augmente sa capacité vitale de 100 cm^3 environ, les cas ne sont pas exceptionnels d'augmentation supérieure à 300 ou 400 cm^3. Par ailleurs, quelques sujets supportent mal le vaporarium, surtout parmi les insuffisants respiratoires chroniques.

Enfin, l'étude de la V.M.M. a porté sur 21 sujets, mais une personne n'a pu effectuer le deuxième test de V.M.M. en raison d'une lassitude assez habituelle après 15 minutes de radiovaporarium, surtout en début de cure.

Les 20 résultats restants nous ont permis d'observer des augmentations de 10 litres en moyenne, soit 15 % ; plus importantes donc que ne le laisseraient prévoir les augmentations de V.E.M.S.

Pourtant, cette pratique n'est pas de tout repos. Placé dans une atmosphère saturée en vapeur d'eau, à une température voisinant 40°, l'organisme est démuni de ses moyens de lutte contre la chaleur. La transpiration et la perspiration ne peuvent jouer leur rôle de dissipation calorique. On comprend, dès lors, la sélection qu'opèrent les médecins de la station, et qui fait que le groupe examiné présente des tests ventilatoires supérieurs en moyenne à ceux des autres groupes.

En résumé, le radiovaporarium sulfuré est une pratique tout à fait spéciale dans sa nature, comme dans ses résultats. Elle est cause d'une dépense de l'organisme, voire d'une gêne respiratoire, durant les premières minutes, qui peut se prolonger en cas d'insuffisance respiratoire prononcée, et obliger à interrompre la pratique.

Mais si la fonction respiratoire peut supporter ce handicap momentané, on constate, même après un quart d'heure de repos, une augmentation de la capacité vitale (3,4 %), une augmentation plus nette encore du V.E.M.S. (5,1 %), et un accroissement étonnant de la V.M.M. (15 %).

Les malades ressentent d'ailleurs parfaitement cette eupnée après la sortie du vaporarium et, quelques-uns, dès l'entrée.

Nous avons pu examiner 12 sujets sains dans les mêmes conditions que les malades. Bien que peu nombreux, ces résultats nous ont paru assez intéressants pour établir une statistique.

VAPORARIUM SUR PERSONNES SAINES : RESULTATS STATISTIQUES

Vaporarium	N	Moyenne cm^3	Ecart-type	Ecart réduit	α
Capacité Vitale ..	12	4322	562		
Augmentation C.V.	12	102 soit 2,3 %	175	2,05	5 %
V.E.M.S.	12	3572	1 050		
Augment. V.E.M.S.	12	127 soit 3,5 %	133	3,1	1 %
V.M.M.	9	99 L	14,4 L		
Augmentat. V.M.M.	9	6,7 L	7,6 L	2,6	5 %

Les augmentations sont en valeur absolue comparables à celles obtenues sur les malades, mais elles portent sur des volumes initiaux plus importants, ce qui diminue les pourcentages. Les résultats n'en restent pas moins significatifs.

Toutefois, ce dernier groupe est trop restreint pour que l'on puisse établir des comparaisons fiables avec les autres groupes.

En résumé, le vaporarium sulfuré est la seule pratique qui agisse aussi puissamment sur les volumes dynamiques, et qui accroisse nettement le rapport de Tiffeneau, tant chez les malades que chez les personnes saines, et ce, malgré la fatigue qu'entraîne cette pratique.

Si le soufre est le dénominateur commun de toutes les pratiques envisagées, la radioactivité est plus particulière au vaporarium et, sans doute, faut-il voir là la cause de son mode d'action particulier.

DISCUSSION

Au terme de ce travail, et après avoir analysé en détail chaque résultat, il faut en dégager les lignes de force.

Il convient tout d'abord de rappeler que notre étude ne porte que sur l'action eupnéisante immédiate des pratiques sulfurées ; elle ne permet donc pas de préjuger de l'action à long terme de chacune de ces pratiques ; or, c'est cette action que recherche avant tout le thérapeute.

Pourtant, cette étude nous a paru digne digne d'intérêt. Elle prouverait, si les preuves n'abondaient, que le soufre thermal a une action indéniable sur l'organisme même à des doses minimes.

Ensuite, et surtout, elle établit l'existence de différences entre les pratiques thermales, différences que l'expérience et l'usage avaient comprises et intégrées à la thérapeutique, mais qu'il était nécessaire de préciser.

C'est à la comparaison des pratiques entre elles que nous allons nous attacher, nous nous aiderons pour cela d'un tableau récapitulatif.

1. - TABLEAU RÉCAPITULATIF

Augmentations	Capacité cm³	Vitale %	V.E.M.S. cm³	V.E.M.S. %	V.M.M. Litres	V.M.M. %
HUMAGES	48	1,6	55,4	2,4		
AEROSOLS						
— simples ..	133,5	4,3	105	5,5	6,6	11
— soniques ..	—13	—0,6	—30	—1,5		
NEBULI-SATIONS						
— adultes	108	3,9	56	3,9		
— enfants ..	121,8	5,7	47,1	2,7	—1,1	—2,2
VAPORARIUM						
— malades ..	113,8	3,4	114,6	5,1	10	15
— personnes saines	102	2,3	127	3,5	6,7	6,8

2. - COMPARAISON DES PRATIQUES ENTRE ELLES

Aucun de ces résultats n'est sans intérêt, même les aérosols soniques, qui paraissent n'avoir aucune action sur la physiologie respiratoire, au moins à court terme, deviennent naturellement un élément de référence pour les aérosols simples.

Il ne faut pourtant pas conclure que l'aérosol sonique est sans effet. C'est de manière indirecte que se trouve ainsi confirmée son action prépondérante au niveau des voies aériennes supérieures.

Sans être une preuve, c'est un argument qui vient s'ajouter aux autres, déjà nombreux, prouvant que la vibration d'un aérosol accroît le dépôt de soufre sur les voies aériennes supérieures, dépôt tel, qu'il ne touche pratiquement pas les voies aériennes inférieures.

Son intérêt à long terme, sur la sphère broncho-pulmonaire, est évident, quand on sait l'incidence de la pathologie ORL sur la pathologie broncho-pulmonaire.

Un examen rapide de l'ensemble des résultats en valeur absolue nous montre deux catégories nettement tranchées :

1) Des augmentations moyennes, de faible amplitude, voisines de 50 cm^3. C'est le cas :

— des humages, tant sur les C.V. que sur les V.E.M.S. ;

— des nébulisations, mais sur les V.E.M.S. seulement, et nous savons que la fatigue pouvait en être partiellement responsable.

2) Tous les autres résultats sont situés entre 100 cm^3 et 133 cm^3.

Les mêmes résultats examinés en valeurs relatives sont plus nuancés. Trois catégories de pratiques s'individualisent :

1) Certaines accroissent plus ou moins, mais de manière parallèle, les volumes statiques et dynamiques, sans que l'on puisse mettre en évidence de différence significative entre les deux paramètres. Le rapport de Tiffeneau n'est pas sensiblement modifié.

Ce sont : les humages, tant sur les enfants que sur les adultes ; les aérosols et les nébulisations, chez les adultes.

2) Les nébulisations, chez les enfants, augmentent préférentiellement les capacités vitales, le rapport de Tiffeneau s'en trouve abaissé.

3) Le radiovaporarium sulfuré agit davantage sur le V.E.M.S., le rapport de Tiffeneau s'en trouve augmenté.

Dans le premier groupe de pratiques, les aérosols sont, de loin, les plus actifs, et l'usage les a placés au premier rang de la crénothérapie respiratoire.

Les humages ont un effet moins intense dans l'immédiat, mais l'inhalation de soufre gazeux, sous forme de SH_2, permet une diffusion pulmonaire sans égale, et un passage plus intense par la membrane alvéolo-capillaire et, sans doute, une action plus douce et plus à long terme. Car, on sait que depuis les expériences de Cl. Bernard que le soufre s'élimine par les poumons sous forme de SH_2 à partir d'un certain seuil sanguin.

Les nébulisations réalisent simultanément les deux pratiques, et donnent des résultats intermédiaires. Mais plusieurs caractères les différencient :

— la fatigue qui suit cette pratique ;

— des résultats divergents chez les enfants asthmatiques, ou présentant des équivalents, et chez les adultes bronchiteux chroniques.

Or, les nébulisations, outre les vapeurs et l'aérosol, émettent des particules plus volumineuses, moins déviées par les obstacles, perdant moins de vitesse jusqu'à la muqueuse nasale, et conservant une certaine force de percussion.

Une courte étude, au laboratoire de Mécanique des Fluides de Banlève, montre que certaines particules sortent de l'appareil de nébulisation à une vitesse au moins égale à 15 mètres/seconde (voir appendice n° 2).

Il semble logique de rattacher les effets particuliers de la nébulisation à la présence de ces grosses particules.

Le caractère détergeant des nébulisations est bien connu des médecins de Luchon, mais il est diversement utilisé. L'objectif est souvent de préparer la muqueuse à subir avec profit des pratiques ultérieures.

On sait l'importance de la liberté des voies aériennes supérieures sur la ventilation pulmonaire, or, la muqueuse de ces enfants présente des signes allergiques manifestes :

— Rhinites congestives vaso-motrices.
— Muqueuses couleur lilas ou lavées.
— Granulations érectiles du pharyns.

Toutefois, les tests spirométriques sont effectués par la bouche, il faut donc évoquer une action générale à point de départ ORL, à transmission nerveuse ou humorale.

Pour objectiver cette action générale, nous avons examiné la tension artérielle de 25 enfants :

— avant nébulisation ;
— immédiatement après ;
— après un quart d'heure de repos ;
— après une heure de repos.

NEBULISATIONS ET TENSION ARTERIELLE

	Avant	Immédiatement après	1/4 d'heure après	1 heure après
1.	13 /8	11 /7	10,5/6	10,5/7
2.	10,5/8	11 /6,5	10 /7	10 /7,5
3.	11 /8	9,5/6	9,5/5,5	9,5/7
4.	12 /7	11,5/7	11 /7	11 /7
5.	9 /5	9,5/6	10 /5,5	10 /5,5
6.	11,5/8	10 /6	10 /6	11 /7
7.	12 /5	8 /5	11,5/7	12 /8
8.	9 /6	8,5/5,5	8 /5,5	9 /6
9.	11 /6	10,5/6	10 /6	11 /6
10.	9 /5,5	8,5/6	9 /6	9 /6
11.	11,5/7	9 /7	10 /6	10,5/6
12.	12,5/7	10,5/6	10,5/6	11 /7
13.	13 /7	11 /7,5	11 /8	12 /5
14.	11 /6,5	10 /7	10 /7	10 /8
15.	12 /8	10 /5	10 /8	12 /8
16.	12 /8	11 /6,5	11 /7	10 /7
17.	11 /6	10 /5,5	9,5/6	10 /6,5
18.	10,5/6	10 /5,5	9,5/6,5	10 /6
19.	10 /6	8,5/5,5	8,5/6	9,5/6,5
20.	11 /8	10 /7	10 /6,5	10 /7
21.	11 /9	10 /9	10 /8	10 /8
22.	11 /9	10 /6	9 /5,5	10 /6
23.	12 /9	10 /7	10 /7,5	11 /7
24.	9,5/6,5	9,5/6	9 /6	9,5/7
25.	11 /7,5	8,5/6	10 /7	10 /7

MOYENNE	VARIATIONS TENSIONNELLES MOYENNES		
11/7	—1,25/—0,62	—1,18/—0,42	—0,74/—0,24

TENSION ARTERIELLE ET NEBULISATIONS : RESULTATS STATISTIQUES

Tension artérielle maximale	n	Moyenne cm^3	Ecart-type	Ecart réduit	Signi-Risque α
T.A. maxi. avant nébu. ..	25	11,08	1,3		
Variation maxi. immédiatement après	25	—1,24	0,3	6.2	10^{-8}
Variation T.A. maxi. 1/4 heure après	25	—1,18	0,2	8	Certi-absolue
Variation T.A. maxi. 1 heure après	25	—0,74	0,2	5	10^{-6}

Le repos assis a été maintenu pendant toute la durée de l'épreuve.

Une baisse de tension est observée immédiatement après la nébulisation, voisine de 1,23 cm de mercure. Elle se maintient à ce niveau un quart d'heure après, une heure après elle commence à remonter, mais reste de 0,75 cm de mercure plus basse que la tension artérielle initiale. Les chiffres de la tension artérielle minimale sont parallèles, mais de moindre amplitude.

Tous ces résultats sont hautement significatifs.

Les variations de la fréquence cardiaque observées simultanément sont nettes mais divergentes. Les uns accélèrent leur rythme ; les autres le ralentissent, sans qu'il soit possible de dégager un symptôme nettement prédominant. La durée de la baisse observée élimine l'hypothèse d'un simple réflexe, il est donc probable qu'une action humorale doit être envisagée pour expliquer cette augmentation du tonus vagal.

Les études sphygmométriques du Dr de Gorsse (34) montrent l'existence d'une chute de tension après une seule pratique de humage ; plus tard, d'autres études ont montré une baisse de tension après vaporarium, toutes pratiques de plus longue durée que la nébulisation [Docteur Molinery (79)].

Cette chute tensionnelle ne persiste pas jusqu'au lendemain mais, dans l'ensemble, les chiffres tensionnels de fin de cure sont abaissés.

Il serait donc intéressant de soumettre des malades à des nébulisations d'eau ordinaire, afin de discriminer dans les effets la part qui revient au soufre et celle qui revient à la pratique.

La chose n'est évidemment pas possible en milieu thermal.

Il est curieux de constater que les nébulisations peuvent être prescrites avec succès dans les rhinites atrophiques comme dans les rhinites congestives et allergiques. Elles agissent comme stimulant et décapant

dans un cas, comme décongestionnant et désensibilisant dans l'autre ; mais on comprend que, dans ce dernier cas, la prescription doive être modérée, et adaptée en durée à chaque malade. Cinq minutes, chez un enfant, nous a semblé une durée à ne pas dépasser.

Il nous reste maintenant à étudier une dernière pratique : *le radiovaporarium sulfuré.*

C'est la seule pratique qui fasse croître de quantités égales le V.E.M.S. et la C.V., c'est dire que, proportionnellement, le V.E.M.S. est plus augmenté que la C.V.

C'est donc la seule pratique qui accroisse le rapport de Tiffeneau dans des proportions importantes. (L'aérosol simple et le humage l'augmentaient légèrement.) Cette augmentation est d'autant plus appréciable que la pratique est fatiguante.

Il nous a paru intéressant de pousser une pointe de recherche en prolongeant les examens spirométriques sur le petit groupe de personnes saines, deux heures, et même parfois trois heures, après le vaporarium. Il ressort de ces observations, trop peu nombreuses pour établir une statistique, les deux notions suivantes :

1) La capacité vitale subit une modification temporaire souvent positive, parfois négative, mais qui ne se prolonge pas au-delà d'une heure. Cette modification paraît être due en grande partie à l'effort que doit fournir l'organisme pour s'adapter à un milieu hyperthermal et saturé en vapeur d'eau.

2) Le V.E.M.S. continue à croître une heure après, et commence à diminuer au bout de trois heures. Or, la charge radioactive d'un individu soumis au radiovaporarium sulfuré commence à s'estomper au bout de trois heures. Il y a donc un lien probable entre ces deux données. On peut envisager pour cela une action locale et une action générale.

1) *Une action locale,* par les aérosols de métaux lourds radioactifs qui se déposent sur la muqueuse bronchique et trachéale, et sont ramenés par les cils vibratils jusqu'au carrefour aéro-digestif. Leur période

est très courte et ne paraît pas devoir expliquer la durée de l'effet observé. Par contre, ce phénomène a l'avantage d'être plus important pour les bronchitiques chroniques, chez qui ce tapis roulant de cils vibratils n'est pas aussi efficace.

2) *Une action générale,* par le radon gazeux inhalé qui ne s'élimine qu'au bout de trois heures de l'organisme sans avoir dissipé encore tout son rayonnement.

La radioactivité n'a pas livré tous les secrets de ses effets physiologiques et thérapeutiques, dont la liste s'allonge chaque jour [SCHEMINSKY (102)]. Son action myorelaxante avait déjà été entrevue en 1929 par VILLARET et JUSTIN-BESANÇON (113), qui avaient observé le relâchement du muscle bronchique isolé, sous l'influence du métathorium.

Cette action sur la musculature lisse a été reprise sur l'iléon du cobaye par FONTAN, DUJARDIN et LECERF (50, 70).

Il est probable que le radiovaporarium présente un exemple de l'action myorelaxante et, partant, bronchodilatatrice de la radioactivité.

Il serait intéressant de pousser les recherches dans ce sens et, peut-être, de capter les émanations radioactives pour traiter des insuffisants respiratoires ou des asthmatiques trop gravement atteints pour supporter le vaporarium.

Nous avons déjà vu que les nébulisations, tout en augmentant les volumes spirométriques, abaissaient le rapport de Tiffeneau. On ne serait trop apprécier le choix judicieux de la source des Pré pour effectuer les nébulisations, car ces griffons sont légèrement radioactifs et permettent certainement de mieux supporter cette pratique quelque peu agressive.

On savait depuis longtemps l'intérêt des cures sulfurées en pneumologie, mais la cure radioactive y trouvera certainement des indications, et c'est l'avantage de Luchon que de pouvoir réunir les deux.

3. - RÉPONSE A UNE DERNIÈRE OBJECTION

A. — *La nécessité d'un groupe de référence*

Jusqu'ici, pour calculer la significativité des résultats, nous avons utilisé l'écart réduit :

$$\varepsilon m = \frac{m}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$

formule généralement acceptée si l'on compare des sujets à eux-mêmes.

Une étude statistique rigoureuse nécessiterait la comparaison à un groupe de référence ayant les mêmes caractères que le groupe étudié, et soumis aux mêmes conditions expérimentales, excepté l'élément testé.

Ce groupe de référence de n_r sujets

de moyenne m_r

d'écart-type σ_r

pourrait être le groupe lui-même testé à blanc une première fois. La significativité des résultats se calcule grâce à l'écart réduit de la différence des moyennes.

$$\varepsilon_d = \frac{m - m_r}{\sqrt{\frac{\sigma^2}{n} + \frac{\sigma_r^2}{n_r}}}$$

En comparant le sujet à lui-même, et en utilisant la première formule, on suppose les sujets invariables entre les deux tests et insensibles à toute influence autre que celle testée.

On suppose $m_r = 0$

$\sigma_r = 0$

En biologie, il n'en est jamais ainsi ; mais si m_r et σ_r sont faibles et négligeables par rapport à m et σ, l'hypothèse est acceptable.

La constitution d'un échantillon témoin est inconcevable dans le cadre de la médecine thermale, et force nous a été de comparer les malades à eux-mêmes.

Cependant, malgré l'attention que nous avons apportée aux modalités d'expérimentation pour obtenir que les sujets soient comparables à eux-mêmes, lors du premier et du deuxième test, deux raisons au moins peuvent faire penser que l'objectif ne peut pas être parfaitement atteint.

1) N'y a-t-il pas, au cours de la matinée, une augmentation progressive des volumes pulmonaires ?

2) Le premier tracé n'est-il pas déjà un entraînement pour le deuxième tracé ?

B. — *A la recherche d'un groupe de référence*

Le groupe des aérosols soniques fournit un premier élément de réponse. Il a été soumis à des conditions expérimentales rigoureusement semblables aux autres, et n'a pas présenté d'amélioration de ses tracés, au contraire. La seule différence avec les autres groupes réside dans la modalité d'application de l'eau thermale. Il prouverait que les modalités expérimentales respectent un résultat nul, et il pourrait devenir ce groupe de référence tant convoité s'il ne se limitait à 11 personnes.

Malgré ce chiffre modeste, le calcul statistique montre que la différence entre les aérosols soniques et toutes les autres pratiques est presque toujours significative.

Il faut compter 30 personnes au moins pour avoir un groupe de référence acceptable et, dans ces conditions, la pratique qui a donné les résultats les plus modestes est le groupe des humages comprenant 33 personnes.

Or, comparées aux humages, les aérosols, le vapo-rarium et les nébulisations, au moins quant à la capacité vitale chez les enfants, entraînent des augmentations significatives — a fortiori si on les compare à l'ensemble humages + aérosols soniques pris comme un groupe de référence.

En conséquence, les augmentations que nous avons enregistrées sont significatives et sont, indiscutablement, le fait des pratiques sulfurées, la variation des réponses en fonction de la pratique sulfurée en fournissant la preuve.

Il faut des résultats particulièrement nets pour supporter un examen aussi sévère.

CONCLUSION

Nous faisions remarquer, avant l'exposé des résultats, qu'il n'était pas possible de discriminer dans la crénothérapie la part qui revenait à l'eau et celle qui revenait à la technique d'application de cette eau.

Bien que de sulfurations différentes, les divers griffons de Luchon paraissent avoir la même origine, et les différences que nous avons observées semblent revenir en grande partie à la technique thermale.

Cela vient confirmer encore le dicton : « la manière de donner vaut mieux que ce que l'on donne » ; il s'applique parfaitement à la crénothérapie.

En réalité, ce travail ouvre de nombreuses voies de recherche, et pose davantage de problèmes qu'il n'en résoud.

Qu'il nous soit permis d'en résumer les principaux résultats :

— Primauté de l'aérosol classique dans la crénothérapie sulfurée pulmonaire.

— Primauté de l'aérosol sonique dans la sphère ORL.

— Action générale et locale de la nébulisation incitant à la prudence, mais encourageante quant aux résultats spirométriques et cliniques.

— Action de la radioactivité sur les volumes spirométriques dynamiques ; mais nécessité de recherche et de précision avant de considérer ce fait comme vouant à Bagnères-de-Luchon des indications dans le cadre de l'asthme ou des maladies allergiques.

— D'une manière générale, il faut attendre d'une pratique sulfurée isolée un grain statique et dynamique légèrement supérieur en moyenne à 100 cm^3 et voisin de 5 %, sachant que les variations individuelles ouvrent un large éventail autour de ces chiffres.

— Enfin il semble que la pneumologie puisse bénéficier à Luchon de la cure sulfurée et de la cure radioactive.

APPENDICE N° 1

INCERTITUDE SUR LA MESURE DU VOLUME RESIDUEL

Comme toute mesure spirométrique, la mesure du volume résiduel est entachée d'une incertitude due à la mesure elle-même et à la lecture des résultats. Mais le volume résiduel comporte une incertitude supplémentaire qui lui est propre, car il est obtenu par des méthodes indirectes qui imposent des lectures plus nombreuses.

En examinant la technique de mesure, nous essayerons d'estimer quelle incertitude pèse, dans les meilleures conditions, sur un résultat de volume résiduel.

Sa mesure peut être obtenue par deux méthodes indirectes :

— celle de l'azote en circuit ouvert ;

— celle de l'hélium en circuit fermé, c'est la plus précise et la plus couramment utilisée.

En effet, l'hélium, qui est inerte, diffuse peu à travers la membrane alvéolo-capillaire, et ne se trouve qu'en quantité négligeable dans le volume résiduel au début de l'épreuve.

Premier temps : introduire de l'hélium dans le spiromètre jusqu'à ce que l'analyseur d'hélium approche la graduation 100.

Ramener la cloche à son volume minimum.

Noter la concentration d'hélium C_1.

La quantité d'hélium contenue dans le spiromètre peut s'écrire :

$$Q = VS. C_1.$$

VS = le volume du spiromètre.

Deuxième temps : Introduire dans le spiromètre un volume d'air connu = volume d'air ajouté = Va.

Noter la concentration d'hélium C_2.

La même quantité d'hélium peut s'écrire :

$$Q = (VS + Va) . C_2$$

d'où l'on tire :

$$VS = Va . \frac{C_2}{C_1 - C_2}$$

Troisième temps : Mettre le patient en relation avec le spiromètre à la fin d'une expiration normale. Ainsi s'ajoute au volume précédent la capacité résiduelle fonctionnelle (CRF) faite du volume de réserve expiratoire (VRE) et du volume résiduel.

La même quantité d'hélium peut s'écrire :

$$Q = (VS + Va + CRF) . C_3$$

d'où l'on tire :

$$CRF = (VS + Va) . \frac{C_2 - C_3}{C_3}$$

La concentration de l'hélium diminue progressivement de C_2 à C_3, rapidement au début, pendant le temps de mixique des gaz, très lentement ensuite, par diffusion de l'hélium à travers la membrane alvéolo-capillaire.

Il faut éliminer ce second phénomène parasite en extrapolant la seconde partie de la courbe jusqu'à l'origine.

Appelons C_3 la concentration ainsi trouvée.

Tout au long de ces manipulations et de ces calculs se glissent des erreurs plus ou moins graves, d'origines diverses.

— Erreurs d'étalonnage des différents instruments ou de correction des volumes. Elles sont de même intensité et de même sens sur les mesures effectuées avant et après pratique thermale, et ne modifient pas les pourcentages d'augmentation ou de diminution.

— Erreurs de mesure du volume minimum du spiromètre. Mais les deux mesures sont faites à peu de temps d'intervalle, et en prenant le même volume du spiromètre pour les calculs. L'erreur, si elle existe, agira dans le même sens et la même intensité, sans modifier les rapports.

On pourrait encore essayer de la minimiser en prenant dans les deux cas la concentration lue directement sur l'analyseur à la fin du temps de mixique, sachant que cette concentration est fausse, mais pour les mêmes raisons que précédemment.

— Erreurs de lecture :

- *sur le papier millimétré,* défaut imputable à toutes les mesures spirométriques et au demeurant minime.

- *sur l'analyseur d'hélium :* ce dernier point suffit à lui seul à montrer une imprécision tolérable pour une mesure, mais qui double, pour comparer deux mesurers.

Cette simple et courte revue montre à quel point il serait fallacieux de se fier à un chiffre, ou de comparer des chiffres isolés. C'est tout un profil fonctionnel pulmonaire qu'il faut comparer à un autre profil fonctionnel.

Pour les raisons vues plus haut, nous négligeons les erreurs sur VS + Va, volumes que nous supposerons égaux à 4,5 l et 1,5 l, soit 6 l en tout, pour nous attacher à la seule incertitude due à la lecture de C_2 et C_3.

Nous avons vu que :

$$CRF = (VS + Va) \cdot \frac{C_2 - C_3 3}{C_3}$$

$$\frac{dCRF}{CRF} = \frac{d(C_2 - C_3)}{(C_2 - C_3)} - \frac{dC_3}{C_3}$$

$$= \frac{dC_2 \cdot C_3 - dC_3 \cdot C_3 + dC_3 \cdot C_3 - dC_3 \cdot C_2}{(C_2 - C_3)\ (C_3)}$$

$$= \frac{dC_2 \cdot C_3 - dC_3 \cdot C_2}{(C_2 - C_3)\ C_3)}$$

l'erreur possible $\frac{\Delta CRF}{CRF} = \frac{\Delta C_2 \cdot C_3 + \Delta C_3 - C_2}{(C_2 - C_3)\ C_3}$

Sur un même sujet, en reproduisant la mesure dans les mêmes conditions, mais en prenant de valeurs de C_2 différentes, on aurait toujours C_3 proportionnel à C_2 et, par conséquent, à $C_2 - C_3$.

Un maximum de précision nous sera donné pour des valeurs de C_2 aussi élevées que possible.

L'analyseur d'hélium étant gradué de 2 en 2, entre 0 et 100, l'erreur possible est de une unité. Nous supposerons que $C_1 = 100$.

Nous ferons le calcul dans trois cas :

1) La CRF = 2 L VS + Va = 6 L $C_1 = 100$ $C_2 = 75$

2) La CRF = 4 L $C_1 = 100$ $C_2 = 60$

3) La CRF = 6 L $C_1 = 100$ $C_2 = 50$

a) $\frac{\Delta CRF}{CRF} = 9{,}3\ \%$ 186 cm³

b) $\frac{\Delta CRF}{CRF} = 6{,}6\ \%$ 266 cm³

c) $\frac{\Delta CRF}{CRF} = 6\ \%$ 360 cm³

Il faut encore déduire de la CRV le VRE. L'erreur absolue reste la même, mais l'erreur relative sur le volume résiduel est plus importante encore que pour la C R F ; il faut donc considérer qu'une erreur de 10 % sur une mesure n'est pas exceptionnelle.

Outre les incertitudes qui s'attachent à la mesure des volumes spirométriques, la mesure du volume résiduel présente une incertitude supplémentaire pouvant s'élever à 20 % si l'on compare les deux mesures.

Les variations du volume résiduel que nous nous proposons de mesurer sont, le plus souvent, bien inférieures à l'erreur possible.

Il nous faudrait, pour lever cette imprécision, un nombre de malades bien supérieur à celui dont nous disposons. Cependant, l'intérêt d'une telle étude est évident.

En effet, les travaux de Daddi, sur des malades ayant effectué une cure sulfurée de 21 jours, montrent la possibilité d'une diminution du volume résiduel dans des proportions importantes, c'est-à-dire, d'une diminution de l'emphysème.

Cet auteur pense qu'il existe un emphysème de base, qu'il ne faut pas songer à atteindre, et un emphysème fonctionnel, très accessible à la thérapeutique thermale.

APPENDICE N° 2

L'étude des nébulisations nous a amené à les considérer comme une agression de la muqueuse nasale, et nous avons essayé d'évaluer l'impact des particules sur cette muqueuse.

Une ébauche d'étude a été réalisée grâce à l'amabilité de M. Castex, directeur du laboratoire de Mécanique des fluides de Banlève ; et c'est aux soins de M. Pourciel, physicien au C.N.R.S., que nous la devons.

Qu'ils trouvent ici l'expression de ma gratitude pour leur compétence et leur amabilité.

Les conditions de production des nébulisations ont été fidèlement reproduites au laboratoire de Banlève. Un jet vertical ascensionnel, sous 1,5 kg de pression, vient se briser sur la paroi d'un cylindre incliné à 50° environ.

A leur sortie, les particules sont éclairées latéralement par une lampe à arc émettant 100 éclairs/seconde, et située à 2 m environ de l'axe du cylindre, à la même hauteur que lui, et une fente isole un pinceau lumineux passant par l'axe du cylindre.

Un appareil photographique, situé à 30 cm au-dessus de ce plan, permet de fixer le phénomène.

Nous avons retenu deux clichés évocateurs.

— Le premier a été pris au 1/15e de seconde. L'importance de la tache lumineuse ne permet pas de préjuger de la grosseur des particules, mais leur trajet fournit une indication.

1) Certaines particules ont un trajet curviligne. De plus petite taille que les autres, elles se laissent entraîner vers la périphérie par le déplacement d'air dû à l'abondance et à la grosseur des particules à cet endroit. Leur vitesse décroît rapidement, devant un obstacle elles seront facilement déviées.

2) Certaines particules ont un trajet rectiligne, elles sont donc plus grosses.

Les particules lentes sont éclairées plusieurs fois par la lampe à arc durant leur passage dans le faisceau lumineux, leur trajet est matérialisé par une série de points.

Le trajet des particules rapides est matérialisé par un trait lumineux.

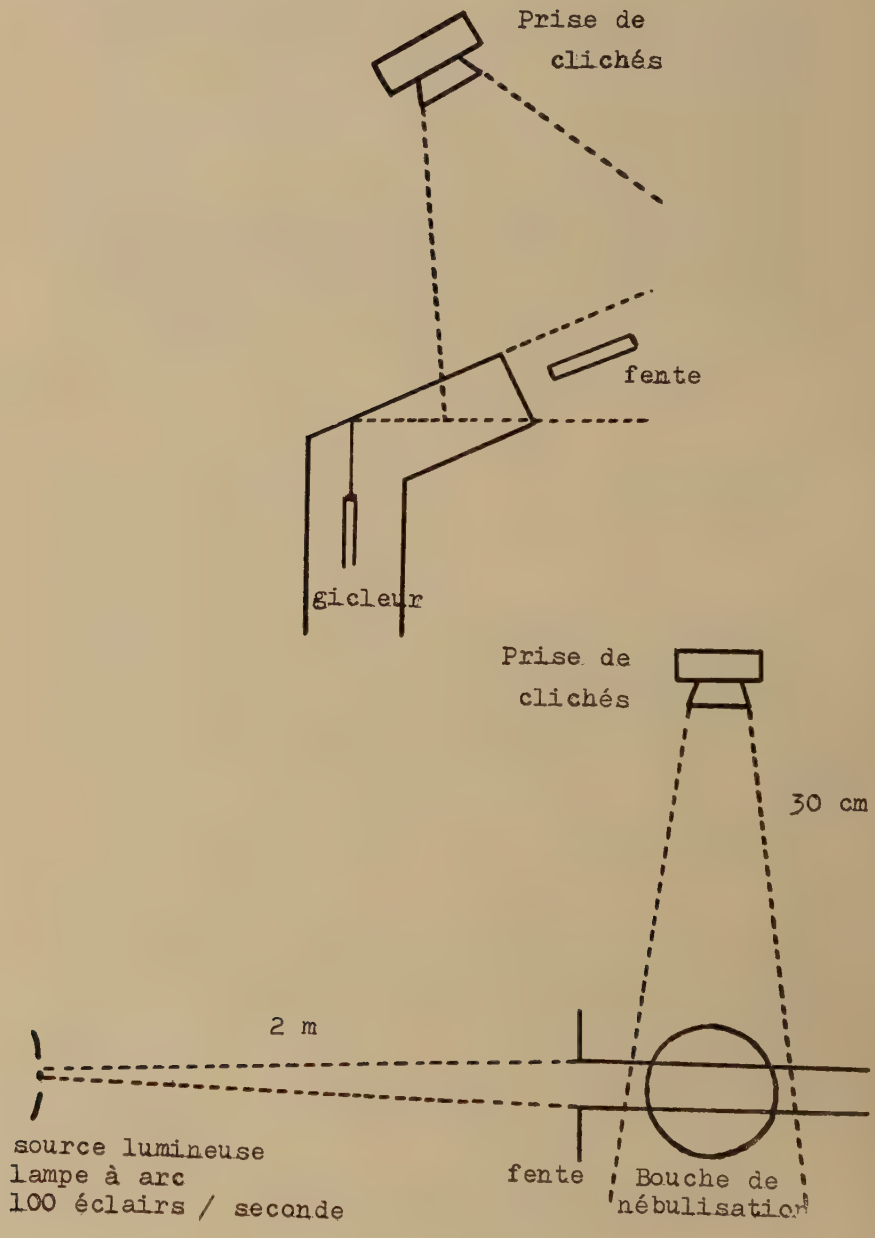
Avec 100 éclairs par seconde, ce cliché pris au 1/15e de seconde superpose 6 à 7 images.

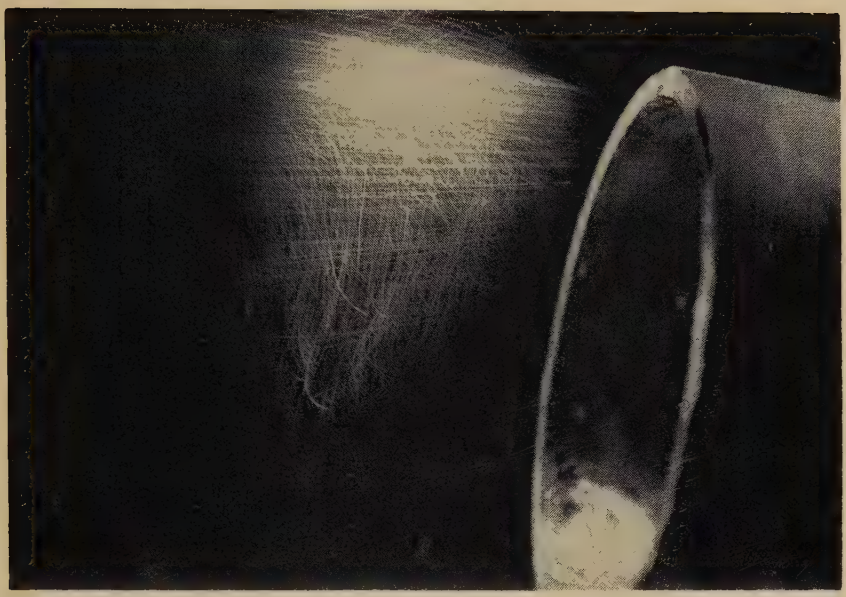
— Le deuxième cliché, pris au 1/60^{e} de seconde, est plus clair, car il ne superpose que deux clichés au maximum. Les particules lentes y sont sous forme de 1 ou 2 points, leur vitesse est aisément calculable.

On peut évaluer la vitesse des particules rapides à 15 mètres/seconde au moins.

Il aurait fallu réaliser une étude plus complète pour se faire une idée plus juste, mais cette courte étude suffit pour concevoir toute la différence qui peut exister entre une nébulisation et un aérosol ou un humage.

SCHEMA DU 'MONTAGE





1/15e seconde

1/60e seconde

Vu le Président du Jury,
Y. DENARD

Vu et permis d'imprimer, Toulouse, le 21-1-72

Le Président de l'Université Paul Sabatier,
L. LARENG

BIBLIOGRAPHIE

1. Astre G. — Les eaux thermo-minérales des Pyrénées françaises et leurs groupements géologiques. *XIV^e Congrès Inter. Hydrol. Clim. et Géol. Méd. Vol.* Rapports. Paris, 1933.
2. Bertrand L. — L'origine des eaux thermales de Luchon envisagée du point de vue géologique. *Annales de l'Inst. d'Hydrologie et de Climatologie.* Tome III, N° 1, janv.-mars 1925.
3. Bienvenu J. — Contribution à l'étude de l'action des eaux sulfurées de la station de Bagnères-de-Luchon sur le bronchospasme expérimental. *Thèse Doc. Méd.,* Bordeaux 1971.
4. Blanc. — Le nouvel établissement du radiovaporarium de Luchon. *Bull. des Th. de Luchon* 1967, *7,* 18-23.
5. Blanc R. — Le humage de Luchon. *Bull. des Th. de Luchon,* n° 10.
6. Blanc R. — A propos des captages de Luchon. *Bull. des Th. de Luchon,* 1970, *12,* 9-12.
7. Blanquet (M^me^), Mougeot et Aubertot. — Sort de l'émanation dans l'organisme. *Bull. Acad. Nat. Méd.* 1935, *114,* 166.
8. Boy J. — Note sur le contrôle des eaux sulfurées à leur point d'utilisation. *Bull. des Th. de Luchon,* 1964, *3,* 11.
9. *Brit. Jour. Ind. Med.* — Circadian variations of F.E.V. in shift workers. 1969 avril *26* (121-5).
10. Brugnes J.L. — Contribution à l'étude physico-chimique, biologique et bactériologique des eaux de Luchon et Barèges. *Thèse Pharm.,* Toulouse 1945.
11. Bugnard L. et Fallot P. — Rapport sur la détermination de la radioactivité des eaux minérales. *Rapport à la commission d'Hydrologie du ministère de la Santé publique,* 1957.
12. Cany J. Drutel P. Duliège L. — L'action broncho-dilatatrice des eaux minérales de la Bourboule. *La Presse Thermale et Climatique,* n° 5-6, p. 113.
13. Carron de la Carrière. — Le traitement des maladies des voies respiratoires des enfants, aux stations thermales françaises. Paris. Vigot Frères Editeurs. 1911.
14. Castanier J. — Contribution à l'étude de l'action des eaux et gaz sulfurés de la station de Bagnères-de-Luchon, sur la motricité bronchique du cobaye. *Thèse Médecine,* Bordeaux 1966.

15. Caujolle F. — Actualité du thermalisme sulfuré. *Toulouse* Médical, 1957, *3*, 231-239.

16. Caujolle F. — Les Etats du Soufre. (*Congrès international du soufre*, Cauterets, 1948).

17. Caujolle F. — Des eaux sulfurées sodiques à la cortisone. Essai sur l'unité des thérapeutiques antirhumatismales. *Ann. Labo. Ax-les-Thermes*, 1951, n° 9.

18. Caujolle F., Auvergnat et Oustrin J. — Régime radioactif de l'aire d'émergence luchonnaise. *La Presse Thermale et Climatique*, 1961, *98*, 95.

19. Caujolle F. et Castaigne A. — Sur le mode d'action des eaux sulfurées sodiques. (*Ann. Labo. Ax-les-Thermes*, 1952, n° 10).

20. Caujolle F., Gros J., Gout Y., Labrador J. — Les griffons sulfurés de Luchon. IV - Le Groupe Nord. *Toulouse Pharmaceutique*, 1961, n° 1 et 2, p. 137.

21. Caujolle F., Gros J. et Pagès B. — Les griffons sulfurés de Luchon. III - Le Groupe Central. *Soc. Pharm. Toulouse*, séance du 20 mars 1958.

22. Caujolle F, Stanislas E. et Fleutiaux P. — Les griffons sulfurés de Luchon. II - Le Groupe Sud. *Toulouse Pharmaceutique*, 1958, *5*, 9.

23. Caujolle F., Stanislas E. et Gout R. — Les griffons sulfurés de Luchon. I - Considérations générales. (*Soc. Pharm. Toulouse*, séance du 20 mars 1958).

24. Cazeaux P. — La Métaplasie des eaux minérales. Coimbra 1963.

25. Chaptal J., Jeau R., Bonnet H., Jarrige J.-C., Mallet H. et Titaut R. — La Spirométrie dans l'asthme infantile. *Presse Médicale*, 27 oct. 1962.

26. Chareire J. — Allergie respiratoire de l'enfance et cures thermales. *Presse médicale et climatique*. Janv. 1958.

27. Chareire J. et Drutel. — Recherche sur l'exploration de la fonction respiratoire en cure thermale à la Bourboule. *Presse Thermale et Climatique* 1949, *56*, 154-157.

28. Cociasu E., Stoicescu C. et Bejean Z. — Etude d'une action neuro-humorale générale des eaux minérales sulfureuses. *Arch. de Biol. Term. Clim.*, 1958, *3*, 193-199.

29. Cornet A., Flurin R., Geoffroy Y., P.M. de Traverse et Depraitère R. Action de l'eau de la Raillère (Cauterets) sur le bronchospasme expérimental du cobaye. *Pathologie Biologie*, 1961, *9*, 1713-1715.

30. Cotlenko V. et Ramanamanjary W. — Action de la cure d'Enghien sur l'asthme histaminique du cobaye. *Arch. de Biol. Therm. Clim.* 1956, *1*, 181-186.

31. Daddi G. — L'Azione delle acque solfuree sulla respirazione. Atti del III simposio internaz. di solfoterapia. 7-10 maggio 1959. *Tabiano.* Ed. Minerva Medica Torino. 187-206.

32. De Grandidier et B. de Gorsse. — *Maroc Médical,* n° « io, 30e année, mars 1951.

33. De Gorsse B. — Les gaz et les vapeurs sulfureuses de Bagnères-de-Luchon. Paris, Imprimerie Lève, 1911.

34. De Gorsse B. — Sphygnomanométrie des malades traités par les vapeurs sulfureuses de Luchon. (*Soc. de Biologie,* mai 1909).

35. De Grandidier. — L'Oto-Rhino-Laryngologie à Bagnères-de-Luchon. Toulouse. Ed. Privat. 1938.

36. Dirnagl K., Drexel H., Quentin K.E. — Mutersuchungen mit radioschwefel zeit f. angew. *Bader ind. Klimoheit kunde,* 1956, n° 3, 1er déc.

37. Drutel P. — Etude physioclinique de l'action des eaux de la Bourboule, par la méthode d'exploration de la ventilation pulmonaire. Maison de la Bonne Presse. Paris, 1948.

38. Drutel P. — Etude sur le mécanisme d'action des eaux de la Bourboule. *Thèse Médecine,* Paris 1949.

39. Du Pasquier. — Etude graphique des réflexes respiratoires, action de la cure de St-Honoré sur l'état fonctionnel de la respiration. *Ann. Soc. hydrol. de Paris,* 1933, 34.

40. Dutech G. — Les aérosols sulfurés de Luchon. *Paris Méd.* 37, n° 9, 1er mars 1947, 89-90.

41. Eyssautier J. — L'inadaptation climatique. Mode d'action des cures thermales sulfureuses. *Les journées médicales d'Allevard,* 25, 26-6, 1960.

42. Fabre. — Le soufre des eaux minérales. Masson Edit. 1943.

43. Farruggia L., Pisaneschi M., Cotronei G., Fortunio G., Saccani F. — La acque radioattive. *Edito a cura delle terme di Tabiano.* 1968.

44. Filhol. — Les eaux minérales des Pyrénées (Et. posthume par Joulle). Toulouse 1888.

45. Fleutiaux P. — Histoire des captabes de Luchon. *Thèse de doctorat en pharmacie* (université) Toulouse 1958.

46. Flottes L., Riu R., Guillerm R., Badre R., Soubeyrand L. — Importance du cycle nasal dans l'appréciation de l'action des drogues vasomotrices. *Journ. franç. O.R.L.,* tome 10, 3, 1961.

47. Flurin H. — Crenothérapie. (*E.M.C. O.R.L.,* 1951).

48. Flurin H. — La dilatation des bronches et son traitement hydrominéral. *Paris Médical,* 21 avril 1934, 334-339.

49. Flurin F. — Le métabolisme du soufre. *Progrès Médical*, n° 46, 1926, p. 1708.

50. Fontan M., Dujardin J., Lecerf J. — Action du radon et du radium sur l'activité motrice de l'iléon du cobaye. *Comptes rendus des séances de la Soc. de Biologie*, séance du 8 janv. 1960. Tome 44, *1*, p. 126.

51. Francon F. — Rélexions sur les crises post-thermales. *Presse Thermale*, 1949.

52. Garrigou F.. — Les sources et les galeries de captage à Bagnères-de-Luchon. (*Etudes sur Luchon*, 1887, 96-125).

53. Germouty J. — La fonction respiratoire, exploration et physiopathologie. Laboratoires Diamand.

54. Giberton A. — Comment lire les résultats d'une analyse d'eau minérale. *Presse Thermale et Climatique* 1965, 2e trimestre, n° 2.

55. Grandpierre R. et Arnaud Y. — Recherches concernant les conditions d'emploi thérapeutique des eaux thermales radioactives. Aix-les-Bains. 1964, 643 ; *Presse Thermale et Climatique*, 1965, 3e trimestre, n° 3.

56. Grandpierre R., Arnaud Y., Moroni J. — Mesure de la radioactivité de l'air des lieux de cure et de promenade de Luchon. *Presse Thermale et Climatique*, 1964, *101*, 65.

57. Grandpierre R. et Faltot P. — Détermination de la charge radioactive bronchopulmonaire produite par la cure dans le Radiovaporarium de Luchon. Communication de la Société d'Hydrologie, 23 mars 1970, Paris. *Presse Thermale et Climatique*, 1970, 3e trimestre, n° 3.

58. Grandpierre R., Faltot P., Monkam J.-M. et Bienvenu J. — Etude de l'action d'un aérosol d'eau sulfurée de Luchon sur le bronchospasme histaminique et acétylcholinique du du cobaye. *Presse Thermale et Climatique*, 1969, *1*, 41-43.

59. Grandpierre R., Pellerin Y., Arnaud P., Blanquet et Moroni J. — La radioactivité des eaux et gaz de Bagnères-de-Luchon. *Ann. de l'Institut d'Hydrologie*, tome 33, N° 92-93.

60. Grandpierre R., Pierraggi J., Robert A., Chavarot F. et Robert M. — Etude de l'action de la cure d'aérosols d'eau sulfureuse de Luchon sur le bronchospasme histaminique du cobaye. *Presse Thermale et Climatique*, 1966, N° sp. 1.

61. Grandpierre R., Schillinger G., Devillers A., Chavarot F. et Robert M. — Action d'une eau sulfureuse de Luchon chez le cobaye intoxiqué par des aérosols de venin de serpent.

62. Handford. — Symposium of inhaled radioactive particles *Extrait Presse Thermale et Climatique*, 1967 (2e trimestre). and gazes. Richland, Washington '6 - May 1964. *Health physics*, 1964, *10*, N° 12.

63. Jacobi. — The dose to human respiratory tract by inhalation of a short lived. 222 Rn and 220 Rn, decay products. *Health physics*, 1964, *10*, 1163-1174.

64. Jaquelin et Turiaf. — *Paris Médical*, 1946, p. 349.
65. Kourilsky. — Bronchorrhée chronique et troubles de ventilation. *J. Franç. Méd. et Chir. thor.*, 1958, 12.

66. Kourilsky. — La fréquence méconnue des lésions des voies respiratoires supérieures dans les affections catarrhales ou suppurées des bronches avec ou sans dilatation. Etude sta-

67. Kryanovsky. — Un Hamman thérapeutique : le radiovapotistique. *Sem. Hôp. Paris*, 1949, 25.
rarium de Luchon. *Thèse Médecine, Marseille*, 1939.

68. Lamblin J. — Le soufre thermal et la voix. *Mémoire du certificat d'hydrologie et climatologie.* Faculté de Bordeaux, déc. 1966.

69. Lanos M. — Les indications de la cure thermale de Bagnères-de-Luchon en O.R.L. *Ann. de l'Institut d'Hydrologie et Climatologie*, tome II, N° 1, janv.-mars 1924.

70. Lecerf J. — Variations d'activité de l'intestin isolé du cobaye en fonction de la radioactivité d'un eau de St-Amand. *Thèse Méd.*, Lille, 1959.

71. Lehmann G. — Renseignements fournis par l'exploration fonctionnelle des poumons dans l'étude des suppurations bronchiques. *Thèse Méd.*, Paris, 1953, n° 830.

72. Lepape A. — Relation entre la radioactivité, la température et la sulfuration des sources de Bagnères-de-Luchon. Hypothèse explicative. (*C. R. Acad. Sci.*, 1923, 176, 1808).

73. Lepape A. — Analyse radioactive des sources thermales de Bagnères-de-Luchon, sources très riches en émanation du radium. (*C. R. Acad. Sci.*, 1920, 171, 731).

74. Loeper M. — Le soufre, 1943, Masson Edit., p. 120.

75. Lorenzini P. — Moderna Fisioterapia Ventilatorio e cure idrotermali. Edizioni Minerva Medica.

76. Louvel J. — De la clinique à l'expérimentation. Bagnoles-de-l'Orne et ses résultats. Premières clartés sur le mode d'action de ses eaux radioactives. *Presse Thermale et Climatique*, 1956, *93*, 7-13.

77. Maduro R., Marchand J., Giberton A., Ninard B. et Berlioz Ch. — La Crénothérapie en oto-rhino-laryngologie. Librairie Arnette, 1967.

78. Mandonnet C.L. — Enquête étiologique sur 252 cas de Bronchorrhées chroniques. *Thèse Paris*, 1960. Ets Germain, 9, rue Dupuytren, Paris, 6e.

79. Molinery R. — Des modifications de la tension artérielle au cours d'une cure thermale. *Mem. Ac. de Médecine*, 1914.

80. Molinery P., Debibidour A., Flurin R., Chevalier J. et Urbin P. .. *Crénothérapie, O.R.L., E.M.C.*, 3, 1960, 20-900 A I O.

81. Mounier - Kuhn. — Le syndrome ethmoïdo-antrite et bronchectasie. *Ann. O.R.L.* 1944, 12.

82. Ollivier H.R., Denta T. et Olivier G. — Application de la notion des quantités de mouvement à l'examen fonctionnel d'un asthmatique. *Int. Arch. allergy*, 1961, *18*, 168-179.

83. Ollivier H.R., Drutel P. — Etude de la courbe spirographique d'une expiration forcée. *Ann. de Biol. clinique*, 1949, 7, 343-348.

84. Ollivier H.R., Hebbrecht N., Olivier T. — Etude analytique de la courbe spirographique de l'expiration forcée. *Path. Biol.*, 1966, *14*, 846.

85. Ollivier H.R., Guérin J.C., Manry P., Moreau P.L., Ducomte Y. — Action des électro-aérosols d'eau thermo-minérale de la Bourboule sur la ventilation pulmonaire des asthmatiques. *Communication au VI^e congrès inter. d'allergie*, Paris 19 oct. 1958.

86. Oustrin J. — Contribution à l'étude de la radioactivité des eaux de Luchon. *Thèse doct. Pharm.* Toulouse 1958, Cleder Edit.

87. Pagès E.J. — Thérapeutique endonasale de l'asthme. *Thèse* Paris, 1935.

88. Panzani R. — Ce qu'on peut attendre de l'exploration de la ventilation pulmonaire chez les asthmatiques soignés à la Bourboule. *Presse Therm. et Clim.* N° 5-6, mai-juin 1950. P. 199-205.

89. Passa. — Catharrhe des voies respiratoires et soufre chez l'enfant. *Presse Term. et Clim.*, 1952, n° 11-12, 206.

90. Pieraggi J. — Contrôle de l'action des cures sulfureuses de Luchon par la rhinorrhéométrie. *Revue de Laryngologie de Bordeaux*, n° 5-4, 1966.

91. Piery M. et Milhaud M. — Les eaux minérales radioactives. Gaston Doin édit. 1924.

92. Reinberg A. et Ghata J. — Rythmes et cycles biologiques. *Presses Universitaires de France*, 1957.

93. Ricard. — Contribution à l'étude des eaux de Luchon. Recherche expérimentale de leur action au cours des phénomènes d'anaphylaxie. *Thèse Méd.* Lyon, 1923.

94. Rochefrette J. — De l'effet de la cure thermale sulfureuse sur la tension artérielle. *Presse Therm. et Clim.* mai-juin 1950, p. 208.

95. Rossier. — Bronchite et emphysème. *La revue de médecine*, 1970, 29 oct., n° 57.

96. Santenoise D. — Méthodes d'étude des mécanismes d'action des cures thermales. *Arch. Biol. Therm. Clim.*, 1956, *1*, 111-136.

97. Santenoie D., Biget, Cotlenko, Lemaire. — Bronchospasme et teneur du sang en oxygène. *Journal de physiologie*, tome 42, 1950, 719-721.

98. Santenoise D., Franck C., Grandpierre R., Merklen L. et Vidacouitch M. — Démonstration expérimentale de l'efficacité des eaux minérales sur l'organisme. *Arch. Biol. Therm. Clim.*, 1958, *1*, 69-110.

99. Santenoise D., Roche M. — Action de la cure de St-Honoré sur l'excitabilité biochimique des centres respiratoires et l'excitabilité des centres sympathiques vaso-pulmonaires. *Bull. Acad. Méd.*, 116e année, 3e série, tome 136, n° 18-19.

100. Santenoise D., Grandpierre R. et Fontan. — Méthodes d'étude de l'action des cures hydrominérales sur le système nerveux végétatif. *Presse Therm. et Clim.*, ne 1, 1951.

101. Santenoise D., Merklen F., Stankoff, Vidacovitch M. — Action de la cure de Plombière sur la motricité intestinale. *Etude Physiologique, Paris Médical*, 14 avril 1934, p. 239.

102. Scheminsky F. — L'action biologique des eaux minérales radioactives et des gaz thermaux radioactifs. *Arch. de Biol. Thermo-Climatique*, 1958, *3*, 257.

103. Sengrail M., Gleizes L. — Soufre et pathologie générale. *Rev. de Path. Gén. et de Physiol. clim.*, mars 1957, 375-378 et 386-388.

104. *Société Française d'Hydrologie et de Climatologie Médicale.* — Précis de pharmacologie et de thérapeutique hydrominérale des principales stations françaises. L'Expans. Scient. Franç. Edit.

105. Stansky. — Action de la radioactivité. *Bioch. Zeit*, 1927, 179.

106. Tabuse, Saint-Upéry. — Influence de certains facteurs climatiques sur la capacité vitale. *Presse Therm. et Clim.*, 1954, n° 3-4, 70.

107. Taptas N. — Respiration et Machine Humaine. Edit. Le François, Paris, 1947.

108. Tiffeneau et Beauwallet. — *Sem. des Hôp. de Paris*, 1945, *21*, 154.

109. Tiffeneau. — L'action ventilatoire de l'acétylcholine, son apport à l'exploration fonctionnelle respiratoire. *Presse Therm. et Clim.* 1955, *1*, 20-26.

110. Touplain F. — Annalyse générale des eaux, pp. 101-102.

111. Viellefond H. — L'utilisation de la radioactivité des eaux et des gaz de la station de Bagnères-de-Luchon. *Thèse Méd.*, Lyon, 1965.

112. Villaret M., Justin Besancon, Vexenat. — Recherches d'hydrologie expérimentale sur le muscle bronchique. *Ann. de la Soc. d'Hydrologie Méd. de Paris,* 1929.

113. Villaret M., Justin Besancon L. — Hydrologie expérimentale. Masson Edit., 1933.

114. Worms et Boloth. — L'insuffisance respiratoire nasale. 1938.

S. E. I. L.
TOULOUSE